



**Joana Filipa
Carvalho Lamas**

**Industrialização de novos projetos e implementação
da área de pré-série**



**Joana Filipa
Carvalho Lamas**

Industrialização de novos projetos e implementação da área de pré-série

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e coorientação científica do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

O júri

Presidente

Prof.^a Doutora Maria João Pires da Rosa
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Vogal

Prof.^a Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Arguente

Prof.^a Doutora Susana Maria Palavra Garrido Azevedo
professora associada com agregação da Universidade da Beira Interior

Agradecimentos

À minha orientadora científica, Prof.^a Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel e co-orientador, Prof. Doutor João Carlos Oliveira Matias por toda a orientação e disponibilidade para a concretização deste trabalho.

Ao Grupo Simoldes, mais concretamente ao Eng. Luís Pinto pela oportunidade de realizar o estágio e consequentemente pela formação obtida. Um especial agradecimento a todos os colaboradores (administrativos e operadores) da Inplás- Indústria de Plásticos, S.A. que me acompanharam durante toda esta etapa, pelas experiências partilhadas e o bom ambiente existente na fábrica.

Ao meu orientador da empresa, o Eng.º Vítor Pinhal, que contribuiu para a minha integração, pela partilha de conhecimentos, disponibilização dos meios necessários para o desenvolvimento do projeto, disponibilidade e pela oportunidade de integrar a equipa.

Aos meus pais, Tibusay e Adriano e ao meu irmão, João por todo o apoio incansável e incentivo não só no decorrer do projeto mas também ao longo do meu percurso académico.

E por fim aos meus amigos que acompanharam todo o meu percurso pois a sua amizade foi fundamental.

Palavras-chave

Eliminação de desperdício, ferramentas *Lean Manufacturing*, Pré-série, Standardização do trabalho

Resumo

A filosofia de gestão de produção *Lean Manufacturing* envolve técnicas de criação de valor na ótica do cliente através da identificação e eliminação de desperdícios associados a sistemas produtivos.

O presente trabalho descreve a implementação de uma nova área de produção, a fase de pré-série, bem como a industrialização de um projeto associado a esta fase, com a aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing*, na INPLÁS- Indústria de Plásticos S.A.

O trabalho desenvolvido teve como objetivo melhorar processos de industrialização na implementação da fase de pré-série de forma a garantir que o processo produtivo dos novos projetos estão alinhados com as necessidades dos clientes.

Recorreu-se à aplicação de metodologias associadas à produção *Lean*, onde se destaca a importância da sua aplicação numa perspetiva de melhoria contínua.

A utilização da metodologia de *Mapeamento de Fluxo de Valor* permitiu alcançar melhorias significativas no processo produtivo do projeto em estudo; a implementação dos 5S na pré-série permitiu a *standardização* com as restantes áreas da fábrica; a criação de regras de trabalho padronizado contribuiu para a definição sequencial do processo que os operadores devem seguir na produção a fim de aumentar a produtividade.

Os resultados alcançados, tais como o aumento da produtividade, a implementação mais eficiente da pré-série, a identificação de desperdícios e respetiva implementação de melhorias e ainda a redução do *lead time* e tempo de processamento no projeto das “corbatas”, comprovam o importante impacto que as práticas de gestão operacional proporcionam em ambientes produtivos.

Keywords

Waste Elimination, *Lean Manufacturing* Tools, Pré-série, Work Standardization

Abstract

Lean Manufacturing a philosophy of production management, involves value creation techniques from the perspective of the customer, through the identification and elimination of wastes associated with production systems.

The present work describes the implementation of a new production area, the pre-series phase, as well as the industrialization of a project associated with this phase, with the application of *Lean Manufacturing* tools, at INPLÁS-Indústria de Plásticos S.A.

The objective of the work was to improve industrialization processes in the implementation of the pre-series phase in order to ensure that the productive process of the new projects are aligned with the needs of the clients.

The project was approached through the application of methodologies associated with Lean production, highlighting the importance of its application in a continuous improvement perspective.

The use of the Value Stream Mapping methodology allowed significant improvements in the productive process of the project under study; the implementation of the 5S tool in the pre-series allowed the standard with remaining areas of the factory; the standardized work has contributed to the sequential definition of the process that operators must follow in production in order to increase productivity.

The results achieved, such as increased productivity, more efficient implementation of the pre-serie, identification of wastes and their implementation of improvements, and the reduction of lead time and processing time in the project of the “corbatas”, show the important impact the operational management practices provide in productive environments.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura do Relatório	4
2. Apresentação da Empresa.....	5
2.1. Apresentação do Grupo Simoldes.....	5
2.2. Constituição do Grupo Simoldes	5
2.3. Apresentação da Inplás-Indústria de Plásticos, S.A.	7
2.4. Apresentação do projeto	11
3. Revisão da Literatura	13
3.1. Introdução ao <i>Lean Manufacturing</i>	13
3.2. Técnicas e Ferramentas <i>Lean</i>	16
4. Desenvolvimento do projeto.....	23
4.1. Implementação da área de Pré-Série.....	24
4.2. Apresentação do Produto em Estudo	55
5. Conclusão	65
5.1. Reflexão sobre o trabalho realizado	65
5.2. Desenvolvimentos futuros	66
Referências bibliográficas	67
Anexos	71

Índice de Equações

Equação 1: Cálculo do Takt-time	38
Equação 2: Cálculo do coeficiente de variação	38

Índice de Figuras

Figura 1: Cronologia das empresas da Divisão(Fonte: Inplás).....	6
Figura 2: Cronologia das empresas da Divisão Plásticos Aços (Fonte: Inplás)	6
Figura 3: Turnover da Divisão Plásticos (Fonte: Inplás).....	7
Figura 4: Fachada Principal da Inplás, S.A	8
Figura 5: Organigrama Inplás, S.A.	8
Figura 6: Processos tecnológicos da Inplás, S.A (Fonte: Martins (2014)).....	9
Figura 7: Peças interiores produzidas pela fábrica (Fonte: Inplás)	10
Figura 8: Peças exteriores produzidas pela fábrica (Fonte: Inplás).....	10
Figura 9: Apresentação do Produto em Estudo (Fonte: Dossier PT do projeto da INP)	12
Figura 10: Os sete desperdícios (Fonte: Brandão (2013))	14
Figura 11: Os 5'S (Fonte: Inplás)	17
Figura 12: Etapas iniciais do VSM (Fonte: Simoldes, 2010)	20
Figura 13: Recolha de informação no chão da fábrica (Fonte: Simoldes, 2010).....	20
Figura 14: Organização de projetos (Fonte: Inplás)	23
Figura 15: Processo Pré-série em fábrica	25
Figura 16: Exemplo de uma peça padrão	27
Figura 17: Posto de trabalho da pré-série	28
Figura 18: Movimentações logísticas da situação atual.....	33
Figura 19: Exemplo de proposta de melhoria	33
Figura 20: Cartaz 5S	34
Figura 21: Armário Ferramentas inicial	35
Figura 22: Armário ferramentas após implementação do 5S	36
Figura 23: Estante após implementação do 5S	36
Figura 24: Chão do Posto de Trabalho	37
Figura 25: Chão do Posto de Trabalho após implementação do 5S.....	37
Figura 26: 1ª visão do mapa atual	40

Figura 27: Ícones- Sistema Empurrar vs Sistema Puxar	41
Figura 28: Ícone- Kanban de movimentação.....	42
Figura 29: Ícone de identificação dos problemas= oportunidade de melhoria	42
Figura 30: Mapa do estado atual.....	43
Figura 31: <i>Layout</i> da nova área de PS (Fonte: Engenharia de Processo Inplás).....	45
Figura 32: Postos de trabalho do novo local de pré-série.....	45
Figura 33: <i>Layout</i> do posto de trabalho	46
Figura 34: Implementação de um carro plataforma industrial	46
Figura 35: Módulo Pré-série	47
Figura 36: Mapa do estado futuro.....	50
Figura 37: 1ª ensaio de molde (01K)	58
Figura 38: Otimização da embalagem	59
Figura 39: Ferramenta de retrabalho- Retificadora circular	60
Figura 40: 4º ensaio de molde (04K)	61
Figura 41: Periférico de montagem do produto em estudo	62

Índice de Tabelas

Tabela 1: Descrição do processo Pré-série em fábrica.....	26
Tabela 2: Resumo implementação 5S	35
Tabela 3: Identificação do desperdício.....	44
Tabela 4: Resultados do mapa do estado atual vs mapa do estado futuro	51
Tabela 5: Melhorias obtidas	53
Tabela 6: Sequência otimizada das operações do produto em estudo	56
Tabela 7: Dados de produção do produto.....	63
Tabela 8: Operações Pré-série vs Série	63

Lista de Acrónimos

COP	Centro de Operações e Protótipo
INP	Inplás
LL	Launch Leader
MRP	Material Requirement Planning
OEM	Original Equipment Manufacturer
OF	Ordem de Fabrico
PT	Posto de Trabalho
PS	Pré-série
SOP	Start of production (início da produção série)
TC	Tempo de ciclo
TIE	Tool Injection Expert
Xpert	Sistema Integrado de Gestão
SP	Simoldes Plásticos
SPPS	Sistema de Gestão de Projetos
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Mapping

1. Introdução

1.1. Contextualização

O presente relatório relata o trabalho desenvolvido na INPLÁS- Indústria de Plásticos S.A., empresa do Grupo Simoldes, no âmbito da disciplina Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade de Aveiro.

O Grupo trabalha essencialmente para o setor automóvel e o sucesso alcançado proporcionou a aquisição de novos projetos, o que fez com que a área de pré-série central se descentralizasse para as fábricas do Grupo em Portugal, iniciando-se, assim, esta nova área na empresa em estudo.

Desta forma, o desenvolvimento deste relatório enquadra-se na implementação da área de pré-série na fábrica e descreve os meios e a forma como esta foi implementada, bem como os problemas, soluções e melhorias que decorreram nesta fase ao longo do projeto; e ainda no acompanhamento e análise com vista à obtenção de melhorias do processo produtivo de um novo projeto: as Corbatas do novo modelo Ibiza da Seat.

Por ser uma área completamente nova na fábrica, a mesma requer uma *standardização* com as restantes áreas e, para isso, recorreu-se à aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing*, que permitiram, também, reduzir os desperdícios associados ao novo projeto.

1.2. Objetivos

Com a oportunidade prática que o projeto oferece, pretendeu-se conhecer e aprender o que o ambiente/mundo de trabalho proporciona, com vista a analisar, descrever, implementar e melhorar processos de industrialização nas áreas produtivas, nomeadamente injeção e montagem de peças plásticas e, implementar uma nova área de produção para pré-séries.

Esta nova área enquadra-se no departamento de *Launch* e na integração da equipa na Engenharia de Processo pré-série, foi proposto:

- acompanhar a produção;
- interligar com a Engenharia de Processo Projeto para assegurar a implementação do processo e a sua melhoria;
- assegurar que a Equipa de Projeto disponibiliza os meios produtivos;

- apresentar propostas de melhoria do processo e do produto;
- definir soluções de retrabalho e recorrer a pequenas ferramentas de auxílio à montagem.

Com isto, pretendeu-se melhorar a forma de trabalho, reduzir tempos de produção, custos e garantir uma melhor ergonomia, resultando no aumento da produtividade e eliminação de desperdícios.

Outro objetivo a alcançar foi garantir que, com o que foi referido anteriormente, o processo produtivo dos novos projetos estejam alinhados com as necessidades dos clientes nesta fase pré-série.

1.3. Metodologia

Este capítulo inicia-se com a descrição da metodologia adotada no desenvolvimento do projeto que incidiu sobre um *estudo de caso*.

Para que fosse possível atingir os objetivos supracitados, inicialmente identificou-se o problema/desafio em causa e, posteriormente, procedeu-se ao levantamento, recolha e análise dos dados do processo envolvente, através da observação direta e de dados recolhidos pelo chão da fábrica (no acompanhamento diário da produção), e ainda de documentos da empresa. Foi através desta recolha de informação, respetiva análise e atuação em campo que foi possível descrever, caracterizar e mapear a fase de pré-série e bem assim descrever a situação inicial, futura e como se procedeu à implementação desta fase na fábrica.

A fim de dar respostas ao desafio foi importante aprofundar o estudo relativamente à gestão de operações, mais concretamente à filosofia do *Lean Manufacturing*. Após esta investigação e analisada a situação inicial definiram-se as ferramentas pretendidas a aplicar: *os sete desperdícios, mapeamento do fluxo de valor, 5S, normalização de processos e gestão visual*.

A identificação dos sete desperdícios foi a ferramenta utilizada para identificar os desperdícios associados à pré-série, no seu estado inicial. A identificação de cada um permitiu analisar o desperdício em causa e atuar sobre ele através de propostas de melhorias, implementadas na sua quase totalidade.

No acompanhamento da produção desta área aplicou-se a metodologia de mapeamento de fluxo de valor às Corbatas com vista à melhoria do processo produtivo. Esta etapa envolveu o contato direto com os operadores e o produto, o recurso a filmagens e fotografias, a cronometragem do tempo de produção das peças e de todo o fluxo, desde a forma como é feito o pedido do cliente até à

expedição das peças. Com a análise desta etapa foi possível mapear a situação inicial onde foram identificados os problemas associados ao processo, o que permitiu mapear uma situação futura de forma a obter melhorias significativas de produto e de processo, tendo sido então implementadas essas melhorias.

Posteriormente, implementou-se a metodologia 5S, que requereu uma investigação sobre o assunto com vista à melhoria das condições de trabalho e otimização da área. Procedeu-se ao levantamento de todos os materiais e ferramentas necessárias, analisou-se, na ótica do autor, a organização destes meios na área onde foram identificados visualmente, por forma ao acesso rápido e fácil dos operadores. Após esta análise, interveio-se em campo ao implementar, desta forma, os 5S.

Por fim, para definir o trabalho padronizado da pré-série, foi importante acompanhar a produção, identificar problemas associados e analisar todo o processo envolvente, para definir eficientemente as operações sequenciais do operador por forma a garantir uma produção alinhada com os requisitos do cliente.

A aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing* em conjunto com a intervenção no terreno permitiu monitorizar e analisar as melhorias obtidas ao compararmos a situação inicial com a que se encontra ao dia do término do projeto na fábrica e bem assim como a otimização do processo produtivo das Corbatas.

Perante o que foi descrito, o procedimento metodológico utilizado enquadra-se num estudo de caso, pois de acordo com Benbasat et al. (1987) citado por Pedron (2008):

- os fenómenos são examinados no seu contexto natural;
- os dados são recolhidos em múltiplas fontes;
- existem questões de investigação do tipo “porquê?” ou “como?”

Desta forma, o presente trabalho apresenta características de um *estudo de caso*, o que permitiu uma caracterização do processo envolvente da pré-série, seguindo-se de uma implementação de melhorias.

1.4. Estrutura do Relatório

Este documento encontra-se organizado em cinco capítulos, sendo que no presente capítulo se apresenta uma contextualização do trabalho, bem como os objetivos, metodologia e estrutura do relatório.

No segundo capítulo é feita a descrição e evolução do Grupo Simoldes e, mais detalhadamente, da Inplás. No seguimento da apresentação da empresa é apresentado o desafio do projeto bem como as metodologias utilizadas.

No terceiro capítulo são apresentados os fundamentos teóricos que servirão de base ao relatório, nomeadamente sobre a filosofia *Lean Manufacturing*.

O quarto capítulo é caracterizado por todo o desenvolvimento prático do desafio do projeto e está dividido em duas partes: implementação da área de pré-série e a industrialização de um projeto realizado nesta área com vista à melhoria do seu processo produtivo.

Por fim, no quinto capítulo, referem-se as principais conclusões do trabalho realizado e, ainda, propõem-se sugestões para trabalhos futuros.

2. Apresentação da Empresa

2.1. Apresentação do Grupo Simoldes

Em 1959, nasceu em Oliveira de Azeméis uma empresa familiar, a Simoldes Aços, que posteriormente evoluiu para o atual Grupo Simoldes (Lourenço e Sopas, 2003). Fundada por Manuel da Silva Carreira (avô de António da Silva Rodrigues, atual presidente e detentor do Grupo) e outros dois sócios, ambos com experiência da primeira fábrica de moldes construída na região, a Moldoplástico. Mais tarde, este Grupo industrial passou a ser liderado pelos Comendador António da Silva Rodrigues, o sócio maioritário, a esposa, Maria Aldina Fernandes Valente, e o filho, Rui Paulo Valente.

A Simoldes Aços é uma fábrica de moldes em aço e começou a fabricar para os setores de utilidades domésticas, brinquedos e eletrodomésticos. Ao longo dos anos, começou a expandir-se para outros setores de negócio também na área do aço e a exportar para alguns países da Europa e América. Nos inícios da década de 70 começou a produzir moldes para empresas de injeção de plástico, inseridas no ramo automóvel.

Em 1981, António da Silva Rodrigues aproveitou as sinergias que existiam com a produção de moldes e o fornecimento de componentes plásticos a indústrias que atuavam no setor automóvel e iniciou a atividade de injeção de peças plásticas. Para isso, foi construída a Simoldes Plásticos (SP), também localizada em Oliveira de Azeméis, sendo esta a empresa impulsionadora e central da Divisão Plásticos.

O bom desempenho da empresa foi reconhecido por vários clientes da indústria automóvel, fator importante que gerou convites para participar em diversos projetos, cujo desenvolvimento desencadeou sucessivos investimentos na capacidade produtiva da SP.

O dinamismo verificado nas relações com clientes da indústria automóvel multinacional proporcionou, por outro lado, a criação de várias novas empresas, tanto na área dos moldes como na da injeção de plásticos, a partir da década de 90.

2.2. Constituição do Grupo Simoldes

Atualmente, o Grupo Simoldes é constituído por diversas empresas presentes em vários continentes (Figuras 1 e 2) – América do Sul, Ásia e Europa - e encontra-se dividido em duas áreas de negócio:

• Divisão Aços

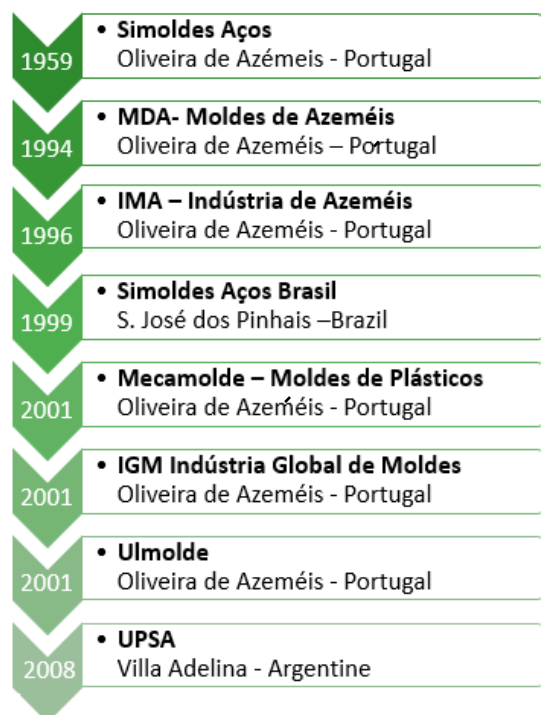


Figura 1: Cronologia das empresas da Divisão Aços (Fonte: Inplás)

• Divisão Plásticos



Figura 2: Cronologia das empresas da Divisão Plásticos (Fonte: Inplás)

A área de atividade da Divisão Aços incide na produção de moldes para injeção de termoplásticos e é constituída por nove fábricas, das quais seis em Portugal, duas na América do Sul e a outra na Ásia.

Em 2014, a Simoldes foi considerada a maior unidade europeia de produção de moldes para a indústria automóvel. Foi um ano bastante positivo para o Grupo, uma vez que continuou a produzir moldes essencialmente para exportação, sendo 94% para o setor automóvel.

A dinâmica equipa desta divisão produz e exporta para mais de 30 países, principalmente para França, Alemanha, Espanha, Suécia, Holanda, Reino Unido, Estados Unidos e Turquia. Os seus principais clientes são OEM, como a Renault, Volvo, BMW, Saab, GM, Ford, Peugeot, Mercedes, Citroën, VW, Seat, e ainda outras empresas conhecidas noutros setores, como a Hoover, IBM, Whirlpool e Phillips.

A Divisão Plásticos é especializada na produção de peças injetadas de materiais plásticos e é constituída por oito empresas, três das quais localizadas em Portugal. Dispõe de serviços técnico-comerciais espalhados pelo mundo, onde são promovidos contactos privilegiados com atuais e potenciais clientes.

A última fábrica do grupo foi construída tendo em consideração um local estratégico, próximo de uma unidade industrial da Skoda Auto, a maior fabricante checa de automóveis, de forma a favorecer a proximidade ao cliente.

A figura 3 representa o volume de negócios atingido em 2016 e prevê-se para o ano atual um *turnover* de 255 milhões de euros. Aproximadamente 98% da produção destina-se ao setor automóvel.

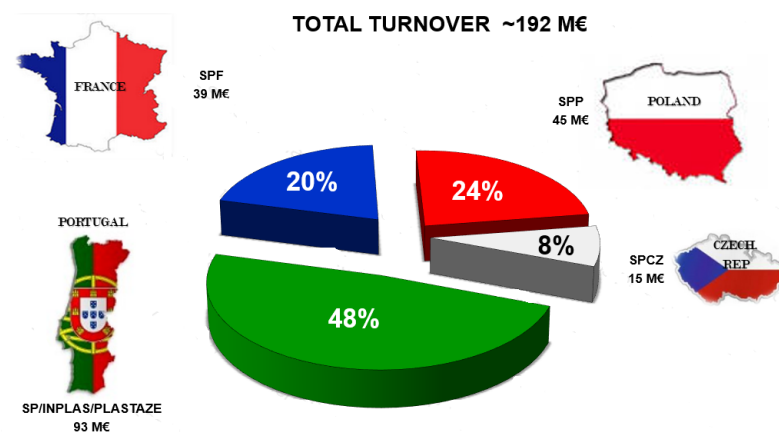


Figura 3: Turnover da Divisão Plásticos (Fonte: Inplás)

Ambas as divisões, aços e plásticos, complementam-se, o que permite ao cliente ter um serviço completo desde o estudo e desenvolvimento do produto e da construção do molde até à produção e entrega do produto final.

2.3. Apresentação da Inplás-Indústria de Plásticos, S.A.

A Inplás-Indústria de Plásticos, S.A., é uma das empresas do Grupo Simoldes que produz peças plásticas para o setor automóvel e está localizada em Oliveira de Azeméis, distrito de Aveiro. Conta com a colaboração de 444 funcionários e labora 24 horas por dia, ininterruptamente, em 3 turnos rotativos, 5 dias por semana.

A empresa Inplás (Figura 4) pertence ao grupo com o CAE 22292- Fabricação de outros artigos de plástico.



Figura 4: Fachada Principal da Inplás, S.A

A empresa é constituída por uma direção de fábrica, que segue as linhas orientadoras da direção central do Grupo Simoldes, e por vários departamentos (Figura 5). Em cada um dos departamentos existe um responsável que reporta funcionalmente à respetiva direção do departamento Central. Todos os departamentos têm um objetivo único: “*Apoiar a produção no fazer bem*” (Gomes, 2012).

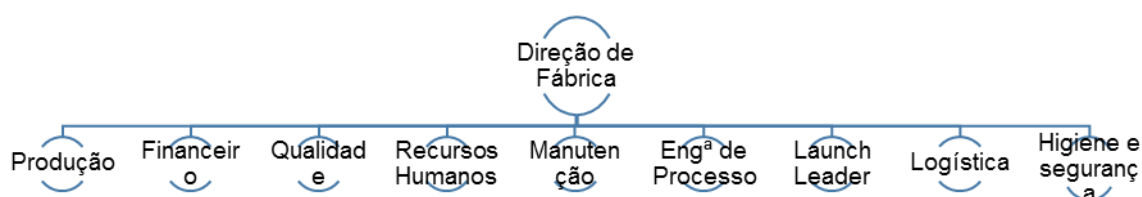


Figura 5: Organograma Inplás, S.A.

A Inplás tem uma área onde estão instaladas 33 máquinas de injeção de plástico que vão desde as 150 às 1100 toneladas de força de fecho, uma outra área com 14 linhas de montagem e uma linha de pintura de peças plásticas, sendo a única fábrica do Grupo na Europa com processo de pintura, existindo uma outra no Grupo, mas no Brasil, a Simoldes Plásticos Brasil. A Inplás, S.A., conta ainda com uma nova área dedicada para pré-séries.

A empresa possui diversas tecnologias de produção que têm contribuído para uma melhoria de eficiência e aumento de produção, de que se destacam a injeção de baixa pressão sobre tecido, a injeção de dois materiais ou bi-injeção, o corte a laser, soldadura por ultra-sons e a pintura de peças plásticas por robot. Na figura 6, referem-se as tecnologias utilizadas pela fábrica em estudo.

Injeção	Pintura	Acabamento
<ul style="list-style-type: none"> •Convencional •Baixa pressão sobre Tecido •Bi-Injeção •Sobremoldagem de insertos metálicos •Colagem de chapa / metal •Rebitagem metal / plástico •Injeção com gás 	<ul style="list-style-type: none"> •Pintura de cor •Flamagem •Pintura soft touch •Tampografia Multicolor 	<ul style="list-style-type: none"> •Soldadura (Ultra-sons, Vibração, Lamina quente) •Corte (Laser, Corte ultra-som e Jato de água) •Montagem

Figura 6: Processos tecnológicos da Inplás, S.A (Fonte: Martins (2014))

Uma vez que a Inplás produz unicamente para o setor automóvel e de forma a possibilitar-lhe ser fornecedora desta indústria, está certificada pela Normas ISO/TS 16949:2009¹ e pelas ISO 9001:2008 e ISO/TS 14001:2012.

Com os novos projetos em curso e os previstos para a fábrica, espera-se que esta aumente significativamente o seu volume de negócios, o que tem implicado uma reestruturação interna (aumento da área produtiva, saída do centro de ensaios², aumento das áreas de armazém com implementação de coberturas) que está em desenvolvimento.

2.3.1. Gama de Produtos e Clientes

Como já referido anteriormente, a Inplás produz exclusivamente para o setor automóvel, sendo os seus clientes os grandes construtores automóveis e algumas empresas de pré-montagem ligados a esses construtores. Assim sendo, a empresa dedica-se não só a um determinado tipo de peça mas a grande parte de peças que constituem um carro de diversas marcas automóveis. É desta forma que consegue angariar projetos mais abrangentes e, consequentemente, aumentar o seu volume de negócios. Esta tem sido, até hoje, a estratégia adotada pela empresa, e com sucesso.

Nas figuras 7 e 8, são visíveis alguns exemplos de peças fabricadas pela empresa para um carro, desde peças interiores bem como exteriores, respetivamente, sendo evidente a vasta gama de peças produzidas.

¹ É uma especificação técnica com base na ISO 9001 e é a norma que define os requisitos do sistema de qualidade, que permite à organização ser fornecedora da indústria automóvel.

² Área independente e especializada no teste de moldes e na produção de pré-séries, onde se pretende afinar todos os parâmetros necessários a uma produção em série sem problemas

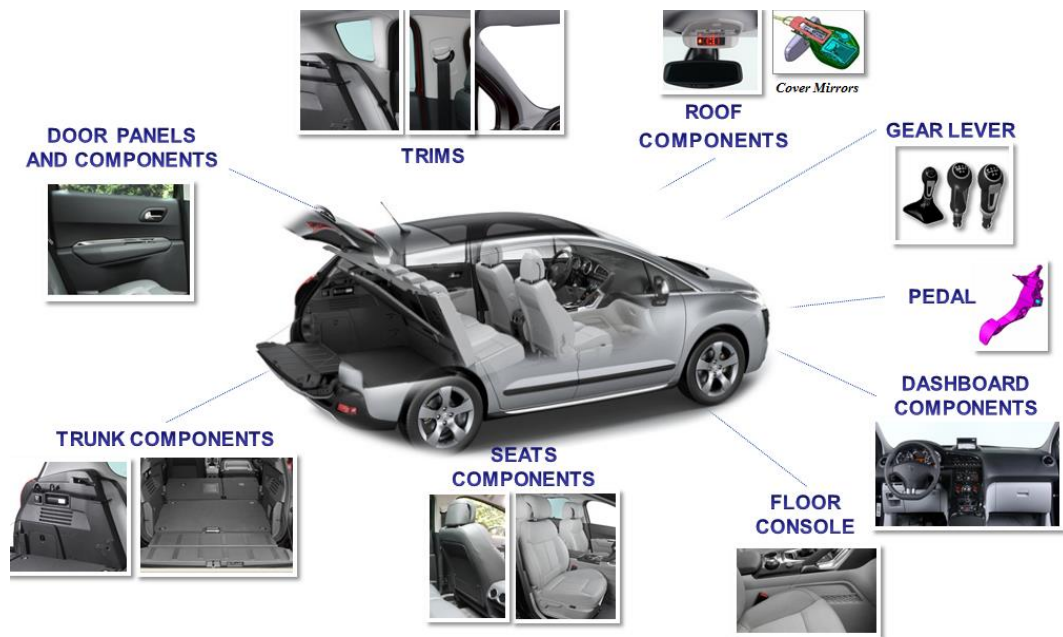


Figura 7: Peças interiores produzidas pela fábrica (Fonte: Inplás)



Figura 8: Peças exteriores produzidas pela fábrica (Fonte: Inplás)

2.4. Apresentação do projeto

2.4.1. Caracterização do desafio

O sucesso alcançado pelo Grupo Simoldes como fornecedor automóvel tem proporcionado um crescimento contínuo de aquisição de novos projetos, o que determinou uma descentralização da área de pré-série, centralizada no Centro de Operações e Protótipo (COP), instalado na Simoldes Plásticos, para as restantes fábricas da divisão de plásticos do Grupo em Portugal, onde anteriormente os projetos eram desenvolvidos, mas já na fase série.

Foi neste enquadramento que se estabeleceu o maior desafio do projeto: a implementação da pré-série na Inplás.

A criação desta nova área determinou a constituição de uma equipa pré-série composta por: *launch leader* (LL), engenharia de processo, planeador, logística e qualidade pré-série. O autor deste projeto integra esta equipa, sendo que acompanhou desde o início a implementação desta área e bem assim as alterações que foram ocorrendo ao longo do tempo, incidindo a sua intervenção na conceção e melhoria dos processos inerentes à área.

A par da implementação desta área, e para melhor se compreender essa fase, foi definido um outro desafio ligado à industrialização de um dos novos projetos desenvolvidos na área de pré-série: produto designado por “Corbatas Puerta Anteriores”.

Estas peças, “Corbatas Puerta Anteriores”, são os pilares exteriores (Figura 9), similares, que separam as portas frontal da traseira de ambas as novas versões do modelo Ibiza da Seat. Trata-se de uma peça em alto brilho, logo constituída por dois tipos de materiais plásticos diferentes, PMMA³ e ABS, e requerendo uma tecnologia de bi-injeção⁴. O projeto deste carro em pré-série teve início no ano 2016 e o *Start Of Production* (SOP) na fase série iniciou em Março deste ano.

³ Também conhecido como Acrylic Glass, é um polímero termoplástico cujas propriedades traduzem-se em excelentes propriedades óticas, transparência e brilho, dureza e resistência aos riscos.

⁴ Bi-injeção: produto composto por duas matérias-primas diferentes. Em primeiro lugar é injetada a primeira matéria-prima. Após solidificação é injetada a segunda matéria-prima.



Figura 9: Apresentação do Produto em Estudo (Fonte: Dossier PT do projeto da INP)

A peça final é de simples montagem, pois tem uma espuma adesiva, requisito técnico, e duas películas, uma para proteção do alto brilho, e outra, em ponto pequeno e sob aquela, que permite ao cliente retirar a película anterior sem danificar a peça.

O autor baseou-se no projeto das corbatas a título de exemplo, mas o mesmo tipo de atuação foi levado a cabo para outros projetos associados à pré-série durante o período em que o presente projeto decorreu, num total de 8 projetos na fábrica em fase de pré-série.

Assim, a escolha deste projeto incidiu-se em dois motivos:

1. Acompanhamento durante a execução do projeto de todas as evoluções em fase de pré-série, desde a entrada até à sua saída.
2. Uma vez que foi o primeiro projeto em pré-série da fábrica, permitiu identificar os problemas associados, melhorar o processo envolvente e implementar ações de melhorias futuras.

2.4.2. Metodologia adotada

Este desafio centrou-se no acompanhamento da implementação da área de pré-série e no processo produtivo das Corbatas para a Seat, e teve como objetivos o aumento da produtividade e a melhoria do referido processo.

A primeira fase, destes desafios, iniciou-se com o levantamento e recolha de dados pelo chão da fábrica e junto aos departamentos da mesma.

Na implementação da pré-série, foi crucial acompanhar toda a evolução, por forma a: identificar e analisar desperdícios com o objetivo de obter melhorias, através dos sete desperdícios e ferramentas *Lean*, como 5S, gestão visual e trabalho padronizado. A aplicação do VSM na implementação desta área foi desenvolvida para o projeto das Corbatas com vista à eliminação de desperdícios e à melhoria de fluxos.

O desenvolvimento da industrialização do projeto das Corbatas requereu a identificação e caracterização de todas as operações do processo produtivo bem como as fases pelas quais o projeto passou.

Por fim, foi através deste seguimento que foi possível analisar os resultados obtidos para, posteriormente, sugerir e atuar em oportunidades de melhoria de processo e produto.

3. Revisão da Literatura

3.1. Introdução ao *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, por um engenheiro da Toyota. O presidente da Toyota, Eiji Toyoda, e Taiichi Ohno passaram uma temporada nos Estados Unidos a estudar métodos de produção, de forma a entenderem a superior produtividade dos operadores americanos comparada com a dos japoneses, tendo concluído que a diferença de produtividade se centrava na existência de perdas no sistema de produção, pelo que procederam à estruturação de um processo sistemático de identificação e eliminação de desperdícios.

O *Lean* é uma filosofia de gestão centrada na melhoria da produtividade e consiste num conjunto de princípios que visam simplificar a forma como uma organização produz e entrega valor aos clientes,

através da eliminação de todos os desperdícios, promovendo as atividades que realmente acrescentam valor para o cliente. Tendo como objetivo a eliminação de desperdícios, o *Lean Manufacturing* focaliza o fluxo, concedendo uma menor variação, maior qualidade, padronização e menor *stock* (Silva e Miranda, 2015).

Shah e Ward (2007) citado por Birkie e Trucco (2016) definem a produção *Lean* como “um sistema socio-técnico integrado cujo objetivo principal é eliminar o desperdício, reduzindo ou minimizando ao mesmo tempo a variabilidade interna, do fornecedor e do cliente”.

O trabalho é uma sequência de etapas e, em cada uma, acrescenta-se valor ao produto. Os recursos em cada processo (pessoas, máquinas, matérias) agregam ou não valor, pelo que o “MUDA” consiste no estudo de todas as atividades que não acrescentam valor (Simoldes Plásticos, 2010).

Tendo o *Lean Manufacturing* como foco a eliminação de desperdícios, foram identificados por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no desenvolvimento do Toyota Production System (TPS) um conjunto de sete desperdícios:



Figura 10: Os sete desperdícios (Fonte: Brandão (2013))

1. **Produção em excesso:** é um dos piores desperdícios, uma vez que é difícil de eliminar e, ainda, porque oculta outros desperdícios. É um desperdício que resulta de produzir antes do que é realmente necessário ou para além do requerido pelo cliente, pois implica um local para armazenar, custos e a possibilidade do produto final vir a danificar-se, tornar-se obsoleto ou até mesmo não chegar a ser vendido.

2. **Tempo de espera:** é um tipo de desperdício que ocorre em intervalo de tempo em que não há atividade. É possível destacar-se três tipos de desperdício: no processo, quando há falta ou atrasos na matéria-prima e o lote inteiro fica à espera do início da produção; no lote, que corresponde à espera que cada peça de um lote é submetida até que todas as peças tenham sido processadas para que possam seguir para o processo seguinte; no operador, quando este é obrigado a permanecer estático junto à máquina em produção; além disso, a espera por alguma coisa, como pessoas, material, informações, documentação, entre outras, são considerados desperdícios.

3. **Transporte:** como o transporte dentro de uma fábrica não acrescenta valor ao produto, é considerado um desperdício e como tal deve ser minimizado ou se possível eliminado. As melhorias associadas à eliminação deste desperdício estão geralmente ligadas às alterações de *layout*.

4. **Sobre processamento:** é considerado um desperdício sempre que um produto é processado e não acrescenta valor, segundo o ponto de vista do cliente. Assim, interessa saber se o cliente está disposto a pagar por tudo o que lhe está a ser fornecido.

5. **Stock:** são três os tipos de *stock* que podem estar associados a este desperdício: matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Ter *stock* implica investimento, capacidade de armazenamento e consequentemente recursos, um desperdício cuja eliminação, pese embora alivie problemas de sincronização entre processos, pode ocultar outros desperdícios. Em todo o caso, a eliminação deste desperdício permite reduzir custos e recursos, o que é benéfico.

6. **Movimento:** qualquer movimento de pessoas que não acrescente valor ao produto/serviço ou que são desnecessários para cumprir uma tarefa são considerados um desperdício, como, por exemplo, as deslocações entre postos de trabalho.

7. **Defeitos:** fabricar produtos com defeitos ou não conformes é considerado um desperdício. Produzir envolve materiais, mão-de-obra, disponibilidade de equipamento, custos, tempo e outros recursos; ter de voltar a produzir para substituir o produto com defeito significa desperdiçar os recursos utilizados. Com vista a minimizar ou solucionar este desperdício, são utilizadas técnicas relacionadas com a qualidade.

"Tudo o que fazemos é olhar para a linha do tempo, do momento em que o cliente nos dá um pedido até quando recebemos o pagamento. E estamos a reduzir este tempo removendo os desperdícios."

Taiichi Ohno- *Toyota*

3.2. Técnicas e Ferramentas *Lean*

A aplicação da filosofia *Lean* é conseguida através de diversas ferramentas que foram desenvolvidas ao longo dos anos e que permitem a sua implementação. O *Lean* é uma inovação na gestão de operações e, como tal, toda a inovação começa pela mente.

Para começar a aplicar ferramentas *Lean* dentro das organizações, é necessário garantir que existe uma mudança cultural para o sucesso da sua implementação (Almeida, 2015). Inicia-se por uma mudança cultural no nível mais elevado de gestão até aos colaboradores, de forma a envolver todas as pessoas da organização.

De seguida serão apresentadas algumas ferramentas que permitem às empresas alcançarem um melhor desempenho e eficiência.

3.2.1. Organização no Local de Trabalho (5S)

A metodologia 5S (Figura 11) surgiu no Japão no início da década de 50, apelando para um tipo de produção com o mínimo inventário, custos e desperdícios e visa a organização eficiente do local de trabalho com processos de trabalho normalizados, proporcionando uma maior produtividade. O programa demonstrou ser muito eficaz enquanto reorganizador das empresas e da própria economia japonesa, sendo considerando o principal instrumento de gestão da qualidade e produtividade utilizado no Japão (Daychoum, 2016).

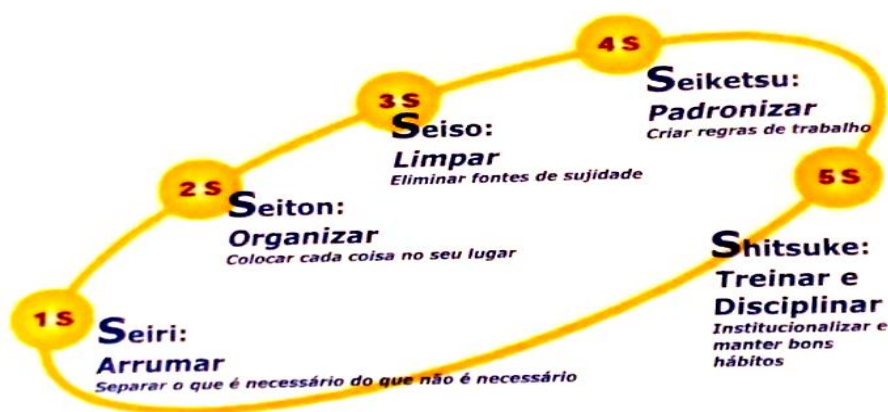


Figura 11: Os 5'S (Fonte: Inplás)

O objetivo desta metodologia é promover a alteração do comportamento das pessoas com vista à total organização da empresa (Dionísio, 2013). Para isso, a implementação dos 5S requer o envolvimento de toda a equipa e está dividida em duas fases:

- **S operativos** – Triar, Ordenar e Limpar;
- **S comportamentais**- Normalizar e Rigor;

O nome desta metodologia tem por base cinco palavras japonesas, começadas pela letra “S” e são descritas da seguinte forma:

- **Seiri** (Triar) – Separar o que é necessário do que não é, isto é, separar os materiais que têm utilidades dos que não têm. Apenas se mantêm os materiais úteis no local de trabalho. O que for inútil pode ser eliminado, reciclado, armazenado ou disponível noutra área.

“Ter somente o que é útil e na quantidade correta.”

- **Seiton** (Ordenar) – Colocar cada coisa no seu lugar, identificar tudo o que se tenha decidido armazenar. Tudo deve ser facilmente encontrado, utilizado e reposto no devido local de forma eficaz e rápida.

“Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar.”

- **Seiso** (Limpar) – Limpar o que está sujo, manter o posto de trabalho limpo e identificar as fontes de sujidade.

“ Viver num ambiente de trabalho agradável.”

- *Seiketsu* (Normalizar) – Criar e definir regras facilmente entendíveis, documentar as boas práticas e formalizá-las. Nesta etapa é importante que a eliminação, a organização e a limpeza se mantenham devidamente implementadas.

“Descobrir funcionamentos defeituosos por simples observação direta.”

- *Shitsuke* (Rigor) – Cumprir rigorosamente o que foi determinado de forma a manter os padrões estabelecidos. Esta última etapa permite assegurar, com disciplina, que os outros pilares supramencionados e que a antecedem são cumpridos. Para tal, o ciclo de implementação destes cinco pilares deve ser repetitivo de forma a melhorar continuamente.

“Evitar retrocessos.”

Para iniciar a implementação do 5S é necessário uma reunião com todos os envolvidos, explicar o programa, objetivos e os benefícios associados. É imperativo a criação de um sistema de controlo e de verificação periódicos para criar novos hábitos, alterar a cultura organizacional e manter sempre os postos de trabalho limpos e seguros.

A metodologia 5S é bastante difundida no ambiente empresarial, pelo que, a sua aplicação tem benefícios tais como, aumento da produtividade, melhor utilização do espaço e redução de desperdícios (Dauch et al., 2016). E ainda, melhora o ambiente de trabalho, a qualidade de vida e o controlo operacional dos processos.

Segundo Bell e Orzen (2011), citado por Almeida (2015), as organizações iniciam a implementação do *Lean* com a utilização do 5S, uma vez que esta permite consciencializar os colaboradores acerca do processo, identificar a origem do desperdício e identificar oportunidades de melhoria.

Assim, de acordo com o Lean Enterprise Institute (2007), citado por Dauch et al., (2016), a implementação e manutenção do 5S numa empresa deve ser um esforço sistemático e não um programa isolado.

3.2.2. Normalização de Processos

Normalizar processos passa por definir e documentar o método mais eficaz para realizar as tarefas ao longo da cadeia de valor (Bell e Orzen, 2011). Desta forma, espera-se garantir que todos sigam a mesma sequência e o mesmo procedimento, utilizem o mesmo modo operatório e as mesmas ferramentas e, quando confrontados com diversas situações, saibam o que fazer.

Existe, geralmente, uma grande variedade de formas de executar a mesma operação e isso traduz-se numa variação de práticas de trabalho, tempo, qualidade e custo.

Sendo a padronização um dos pilares da aplicação do *Lean*, o trabalho padronizado inicia-se com a análise de processos de trabalho, definindo a melhor forma para alcançar os interesses de todos os envolvidos, com vista à satisfação do cliente final (Spagnol, 2016).

Para normalizar processos, devem-se elaborar instruções de trabalho, considerando as melhores formas de o executar. Inicia-se com o estabelecimento e implementação de um padrão e, quando encontrada uma outra forma, mais apropriada, de executar uma tarefa, considerá-la como a versão mais recente e o novo padrão a seguir.

A utilização do trabalho padronizado no setor da manufatura tem obtido muitos benefícios (Mariz et al., 2012). Entre eles destacam-se: o aumento da previsibilidade dos processos, redução de desvios (variação ou oscilação dos processos), menores custos e a consistência das operações, produtos e serviços.

Assim, a normalização de processos pode ser comparada com as melhores práticas e contribui para a melhoria contínua.

3.2.3. Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM)

De acordo com Moreira e Fernandes (2001) citado por Silva e Miranda (2015), o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta do Sistema Toyota de Produção que disponibiliza uma visão geral do sistema de todas as etapas percorridas pelo produto até chegar ao cliente, tal como o fluxo de material e informação. É considerada uma ferramenta de comunicação, de planeamento de negócios e bem assim de gestão de processos de mudança.

O objetivo deste mapeamento é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um novo fluxo de valor, e pode ser desenhado em diferentes momentos, sendo necessário alguns passos para o elaborar.

Por ser um método bastante útil e de grande utilização em empresas industriais, tem como objetivo, numa fase inicial, ajudar a reconhecer e identificar as fontes de desperdício e respetivas causas. Com este mapeamento obtém-se um mapa global de todos os processos envolvidos, desde a entrada da matéria-prima até à saída do produto final para o cliente.

Para iniciar o mapeamento de um processo produtivo seleciona-se, em primeiro lugar, o produto ou um conjunto relevante de família de produtos, como alvo de melhorias (Martins, 2014). Esta seleção deve consistir no agrupamento de produtos que possuem processos semelhantes ou que utilizam equipamentos em comum. Após este passo, seguem-se duas etapas principais: a construção do mapa do estado atual e a do estado futuro (Figura 12).



Figura 12: Etapas iniciais do VSM
(Fonte: Simoldes, 2010)



Figura 13: Recolha de informação no chão da fábrica
(Fonte: Simoldes, 2010)

A construção do mapeamento do estado atual é feita utilizando toda a informação obtida através de dados recolhidos do chão de fábrica (Figura 13), do atual processo produtivo. Posteriormente, é desenhado o estado atual, com o objetivo de identificar desperdícios e atividades que não acrescentam valor no processo de produção (Sheth et al., 2014). Desta forma, visualiza-se o estado do fluxo da cadeia naquele instante.

A visualização deste mapeamento é realizada de trás para frente, isto é, do cliente para o fornecedor, com vista a eliminar as influências que não acrescentam valor no processo e garantir que o fluxo é realizado a favor da produção.

“É seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e de informação.

(Rother & Shook, 1998)

Para ir para o estado futuro é necessário analisar o estado atual. Para tal, Rother et al., (2003) citado por Martins (2014), elaboraram essa análise segundo orientações provenientes do *Lean Management*. Essas orientações foram reformuladas em perguntas, e as respostas às mesmas servem de suporte para a construção do mapa do estado futuro.

Então, formula-se um conjunto de questões chave e desenha-se um mapa do estado futuro de como o processo deveria fluir.

(Rother e Shook, 1998)

Com o mapa do desenho futuro pretende-se identificar as oportunidades de melhoria do mapa do estado atual e atingir um nível mais elevado de desempenho, promovendo-se, assim, uma melhoria contínua ao nível do fluxo de valor. Isto, através da construção de um fluxo de produção onde os processos individuais são ligados aos clientes por meio de fluxo contínuo ou através de sistemas puxados, ficando cada processo mais próximo de produzir o necessário e quando necessário.

Após a criação da visão futura segue-se a sua implementação. Uma vez definido o caminho que se pretende seguir é necessário aplicar as melhorias planeadas, para se alcançar os objetivos pretendidos.

“Fazer isso repetidas vezes é o caminho mais simples para que se possa encontrar o valor e, especialmente, as fontes do desperdício.”

(Rother e Shook, 1998)

Esta ferramenta, quando aplicada de forma correta, pode trazer muitos ganhos numa organização. Após o mapeamento do estado futuro é possível analisar os resultados obtidos, comparando o *lead time* e o tempo de processamento do estado atual com o do futuro. O *lead time* e o tempo de processamento podem ser reduzidos e a eficiência deste processo aumentado com a ajuda do mapeamento de fluxo de valor (Patel e Chauhan, 2015).

O VSM ajuda a visualizar mais do que processos individuais, pois possibilita observar o fluxo e identificar as fontes de desperdício na cadeia de valor, sendo a base para a implementação de processos de melhoria contínua, fornecendo uma linguagem comum para analisar processos, de

forma a tornar as decisões sobre o fluxo visíveis, englobando, ainda, conceitos e técnicas *Lean* que ajudam a evitar implementar técnicas isoladamente (Simoldes Plásticos, 2010).

Esta ferramenta é considerada imprescindível para o processo de visualização da situação atual em empresas de produção de componentes para o ramo automóvel (Costa, 2009).

“Sempre que há um serviço ou um produto para um cliente, há um fluxo de valor. O desafio é vê-lo”

Lean Enterprise Institute

Uma situação atual é importante para identificar os desperdícios; e um estado futuro é útil para aplicar e visualizar as melhorias pretendidas através da redução/eliminação de desperdícios.

3.2.4. Gestão Visual

Na metade do século XX, os japoneses começaram a investigar e sistematizar modelos de gestão direcionados aos procedimentos operacionais fabris (Teixeira et al., 2012). A gestão visual é uma prática associada ao *Lean Management* com o objetivo de melhorar a eficiência e a produtividade.

Esta ferramenta, amplamente expandida na indústria, tem grandes benefícios para o trabalho em equipa, pois contribui para uma boa e fácil visualização dos resultados obtidos pelas diversas áreas. A implementação da gestão visual tem como vantagens o facto de ser um sistema simples e intuitivo que facilita a interpretação da informação, responde de forma rápida aos problemas, reduz erros e permite, ainda, uma maior autonomia aos operadores.

De acordo com Walter e Zvirts (2008), citado por Silva e Miranda (2015), esta ferramenta tem como principal objetivo utilizar o controlo visual para que nenhum defeito passe despercebido. As formas de apresentação visuais são ilimitadas, pois os recursos visuais são guiados pelo objetivo de tornar fáceis e acessíveis as orientações, procedimentos e a comparação do desempenho real com o esperado (Teixeira et al., 2012). Sinais visuais, códigos de cores, marcas no pavimento, etiquetas, quadros com indicadores são alguns dos instrumentos utilizados para regular os fluxos de trabalho e desencadear medidas corretivas de forma a evitar desperdícios.

Desta forma, a gestão visual estabelece um fluxo contínuo de informações, dentro e entre departamentos, envolvendo gestores e funcionários (Teixeira et al., 2012). De acordo com Galsworth (2005), citado por Spagnol (2016), o foco da gestão visual é reduzir os défices de informação no ambiente de trabalho.

4. Desenvolvimento do projeto

Este capítulo incide sobre o grande desafio do projeto: industrialização de novos projetos e implementação da área de pré-série. Afigura-se relevante proceder ao enquadramento desta área para uma sua melhor compreensão e, para tal, é importante introduzir o conceito de sistemas de gestão de projetos.

Um sistema de gestão de projetos consiste num conjunto de ferramentas, técnicas, metodologias, recursos e procedimentos utilizados para gerir, eficazmente, um projeto e auxiliar um gestor de projeto na orientação de um projeto até à sua conclusão (PMI, 2004).

Assim, e de forma a acompanhar todo o processo de um projeto, o Grupo possui um sistema de gestão de projetos, denominado por SPPS, que permite facilitar a comunicação com todos os envolvidos para assegurar que todas as etapas necessárias são completadas dentro do prazo e de acordo com os requisitos do cliente.

O planeamento do projeto (Figura 14) de acordo com o SPPS está dividido em três etapas (cotação, desenho e manufatura) e em cinco fases, sendo a penúltima onde se enquadra a pré-série:

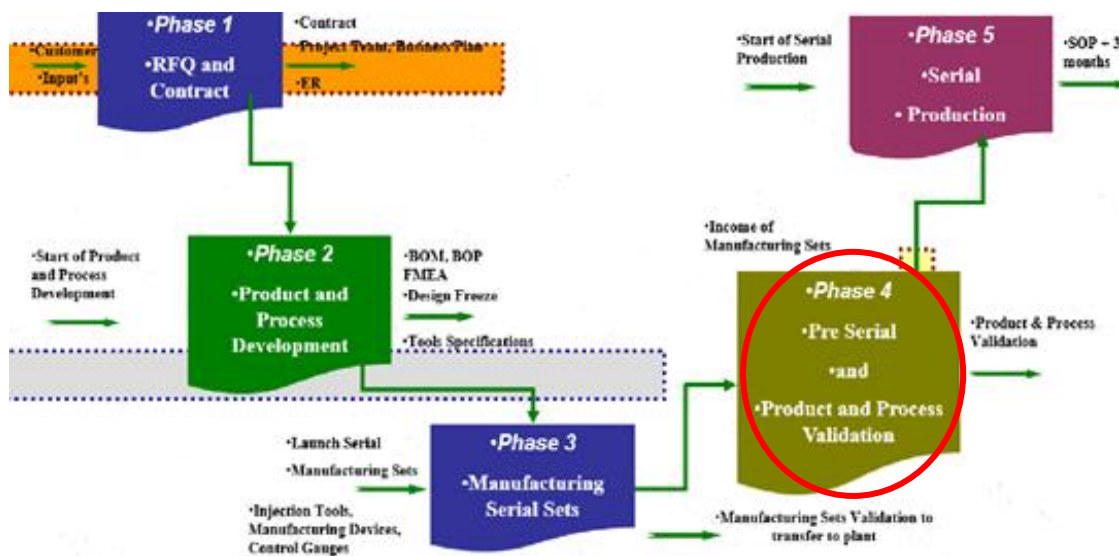


Figura 14: Organização de projetos (Fonte: Implás)

4.1. Implementação da área de Pré-Série

Nesta secção, será descrito em que consiste a fase de pré-série, o seu arranque na fábrica e as melhorias obtidas durante a sua implementação.

4.1.1 Caraterização da Pré-série na fábrica

A pré-série consiste numa área onde são testadas as primeiras peças de um projeto, após a fase de protótipo, no caso, através da injeção, montagem e/ou pintura de peças plásticas, que posteriormente são enviadas ao cliente e a fornecedores de equipamentos, com o objetivo de realização de ensaios para finalização de equipamentos de montagem, metrologia, exposições, carros não vendáveis, entre outros.

Nesta área são realizadas as seguintes operações:

- Retrabalho⁵ nas peças, se necessário (peças nos primeiros ensaios não se encontram no estado aceitável, necessitando, por vezes, de pequenos retrabalhos);
- Montagem manual de componentes e a sua verificação;
- Muro de qualidade;

De seguida é apresentado um fluxograma de todo o processo PS em fábrica:

⁵ Em todas as peças é necessário verificar rebarbas/excesso de material a retirar. Este retrabalho pode auxiliar-se de ferramentas e equipamentos que tem de ser testados. Existem peças, especialmente as que seguem para a linha de pintura em que é necessário lixar certas zonas da peça para a pintura ficar uniforme.

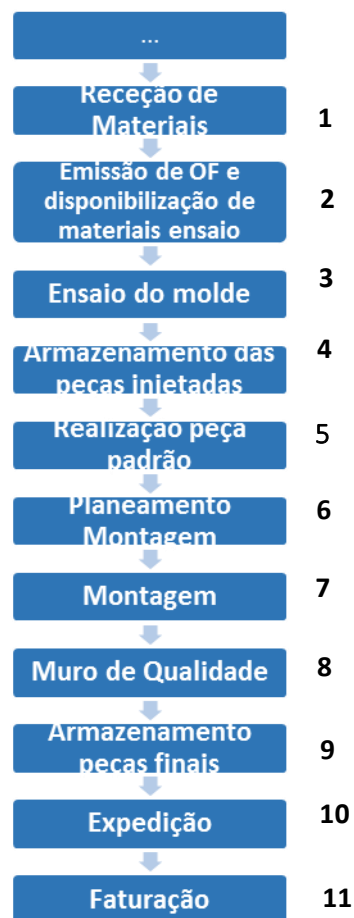


Figura 15: Processo Pré-série em fábrica

Apresentado o fluxograma, segue-se, na tabela 1, uma breve descrição de cada uma das etapas de todo o processo pré-série em fábrica.

Tabela 1: Descrição do processo Pré-série em fábrica

Nº	Descrição
1	Em fábrica, tudo começa, de acordo com as gamas de controlo, com a receção e localização de materiais e componentes.
2	O planeador dos ensaios emite OFs e rótulos e são disponibilizados materiais de acordo com a OF e é colocado em máquina o material necessário.
3	O afinador realiza o ensaio do molde de acordo com os procedimentos e valida-o (TIE). Cada peça tem um molde associado e, quando este é ensaiado na respetiva máquina, são injetadas peças plásticas.
4	Finalizada a produção, armazenam-se as peças.
5	A Qualidade e o Processo da equipa de projeto são chamados à fábrica de PS para validar a peça padrão (Figura 16). No sistema, a Qualidade disponibiliza a documentação relativa à qualidade, obrigatória a incluir nas embalagens.
6	Baseado nos pedidos de expedição, são emitidos, pelo planeador da pré-série, OFs e rótulos para subconjuntos/produto final e toda a documentação associada. Concluído este processo é requisitado material à Logística.
7	Os operadores produzem o que é requerido nas OF/pedidos de expedição. Os defeitos são comunicados à Qualidade projeto com o objetivo do molde/processo ser melhorado, nomeadamente através do preenchimento de um PDCA que envolve esses <i>inputs</i> .
8/9	Após a produção, o produto final é controlado a 100% de acordo com a Gama de Controlo PS pelo muro de qualidade, sendo posteriormente armazenado o produto final.
10/11	Para finalizar o processo, é solicitado, pelo seguidor cliente, o transporte e o processo termina com a faturação das peças ao cliente.

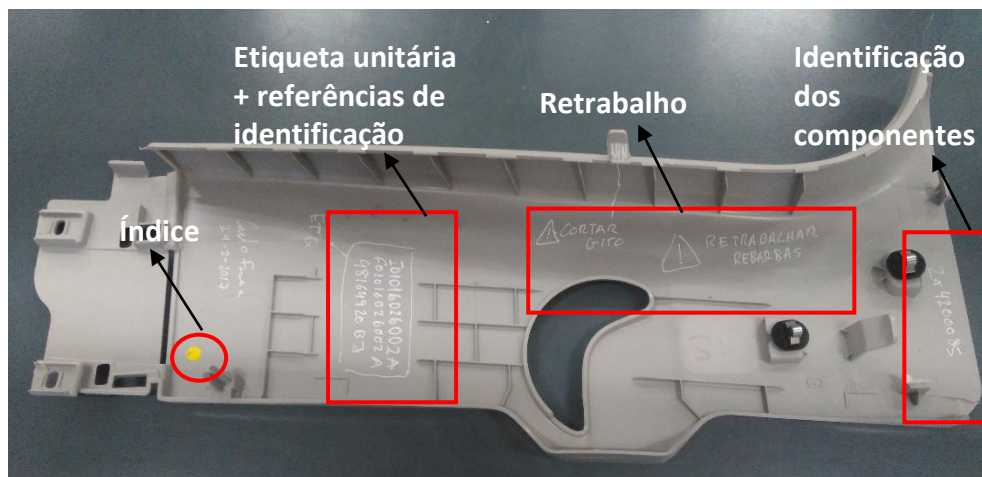


Figura 16: Exemplo de uma peça padrão

É, portanto, um ciclo repetitivo e evolutivo. Repetitivo, uma vez que este procedimento se repete até o projeto sair da pré-série, isto é, na data acordada para o SOP; evolutivo, pois espera-se que, em cada ensaio do molde/evolução de índice⁶, este seja capaz de injetar peças cada vez melhores e capazes de satisfazerem os requisitos do cliente.

Esta fase pré-série, por ser a embrionária do projeto, identifica-se como uma fase com muitas dificuldades, pois:

- a produção é realizada manualmente, ou seja, não existem equipamentos de montagem e de detecção de componentes, o que requer maior atenção por parte do operador para a peça ir completa;
- todas as peças exigem um retrabalho, logo despende-se mais tempo de produção e as mesmas vêm com alguns defeitos de injeção;
- por vezes, os clientes pretendem que a entrega de peças ocorra no dia seguinte àquele em que foi efetuado o seu pedido, pelo que é necessário uma grande capacidade de resposta;

Apesar destas dificuldades, o cliente espera receber na data pretendida peças conformes, com a mesma qualidade de uma produção série.

Resumidamente, a pré-série é a fase compreendida entre as fases de protótipo e série.

⁶ Sempre que o molde é modificado ou existe uma alteração na peça, como por exemplo, eliminação/substituição de um componente, o índice evolui.

4.1.2. Estado inicial

A pré-série na Implás iniciou-se numa pequena área do exterior da fábrica (antiga casa das tintas) mas dentro dos limites da mesma, composta por três postos de trabalho e dois operadores.

Cada posto de trabalho (Figura 17) estava devidamente montado e dentro de marcas que delimitam a área de trabalho. À medida que são necessárias novas ferramentas/utensílios de trabalho, o respetivo posto encontrava-se apto para tal, para que o operador tivesse as condições necessárias para produzir.



Figura 17: Posto de trabalho da pré-série

Para além das funções atribuídas aos operadores, estes realizavam algumas tarefas extra tais como:

- ir ao armazém de produto intermédio buscar embalagens disponibilizadas pela logística série;
- ir ao armazém de matérias-primas e componentes buscar embalagens de cartão necessárias para o armazenamento das peças produzidas;
- levar o pedido do cliente finalizado à expedição.

Com o decorrer do tempo e com o arranque de outros novos projetos foi necessário abrir um segundo turno, com mais dois operadores. A par da introdução deste turno, implementou-se, posteriormente, o muro de qualidade de pré-série. Posto isto, os operadores também operavam como muro de qualidade, não podendo o mesmo operador produzir e triar a mesma peça.

Cada projeto é constituído por um conjunto de peças que a fábrica produz e, para cada um, existe um *dossier* de produção e de muro de qualidade para estar no posto de trabalho do operador. Estes *dossiers* são alimentados e atualizados com gamas de embalagem, localização da peça no carro,

gamas de controlo, fichas de instrução de retrabalhos, possíveis reclamações do cliente, registo de formação e polivalência do operador.

Após a realização da peça padrão de um projeto, esta era armazenada no laboratório da fábrica, localizado no lado oposto da pré-série. Cabia a um dos elementos da equipa da Pré-série deslocar-se ao laboratório e recolher as peças padrão para os operadores produzirem e, no fim de cada produção, voltar a guardá-las no mesmo local. No entanto, era uma tarefa realizada, inicialmente, poucas vezes, dada a localização de armazenamento destas peças, cuja ausência das mesmas no posto de trabalho proporcionou algumas reclamações do cliente. Relativamente aos *dossiers* do posto de trabalho, a situação era similar, pois o armazenamento dos mesmos localizava-se na sala de planeamento, no interior da fábrica.

Perante isto e já perto da implementação do novo local da pré-série, que será relatado no próximo subcapítulo, o operador apenas podia produzir com o *dossier* e a peça padrão presentes no respetivo posto de trabalho.

Esta nova fase apresentava muitos desperdícios e, como tal, era pertinente identificá-los e encontrar oportunidades de melhoria que fossem de encontro à redução/eliminação dos mesmos. Após uma recolha e levantamento de dados foi possível identificar os sete desperdícios, propostos por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. Esta identificação permitiu também um melhor conhecimento da situação atual.

De forma a obter uma visualização desta situação e com o objetivo de identificar potenciais desperdícios e oportunidades de melhoria, será também apresentado o mapeamento de fluxo de valor atual (Secção 4.1.2.3).

4.1.2.1. Identificação dos sete desperdícios:

Desperdício	Descrição	Proposta de melhoria	Melhoria
Excesso de produção	<ul style="list-style-type: none"> A cada alteração do índice, existem alguns aspetos que podem alterar a peça injetada: componentes e o processo de montagem. Quando os operadores produzem para o cliente uma determinada quantidade de peças abaixo do que se encontra na embalagem, acabam por produzir toda a produção associada a esse índice, sendo esta armazenada para <i>stock</i>. O cliente pretende peças novas e não da produção anterior, pelo que as peças produzidas para <i>stock</i> tornam-se obsoletas. Existe, então, um desperdício de tempo disponível despendido pelo operador, de utilização de ferramentas e de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> Produzir apenas quando o cliente emite um pedido e segundo as quantidades requeridas. <p>✓ Implementado</p>	<ul style="list-style-type: none"> Os operadores dedicam-se, atempadamente, a outros pedidos do cliente, há um melhor reaproveitamento de equipamentos/ferramentas de montagem. Um aspeto relevante é a quantidade de componentes nesta fase que pode ser limitada e daí a necessidade também de produzir unicamente quando o cliente emitir o pedido. Assim, evita-se chegar ao ponto de não se produzir por falta de componentes (ruptura de <i>stock</i>).
Espera	<ul style="list-style-type: none"> É dos desperdícios mais críticos. Os operadores estão um tempo considerável à espera de materiais, o que atrasa a produção, isto porque os operadores logísticos da produção série são os mesmos que operam para a PS. 	<ul style="list-style-type: none"> Ter exclusivamente um operador dedicado à logística PS, abastecendo todo o material (material injetado, componentes, embalagens). <p>✓ Implementado</p>	<ul style="list-style-type: none"> Com um operador logístico dedicado à PS, otimiza-se o trabalho dos operadores que se focam exclusivamente no que lhes compete e assim produzem atempadamente o pedido, de forma a evitar possíveis atrasos para o cliente.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Transporte efetuado desde o armazém de 	<ul style="list-style-type: none"> Alteração do local da pré-série para o interior 	<ul style="list-style-type: none"> Como se prevê uma área

	<p>produtos intermédios-PS e desde o muro de qualidade (quando o operador sai da pré-série)-expedição. É identificado como desperdício pois não acrescenta valor ao produto. É possível visualizar as movimentações logísticas que os operadores percorrem na fábrica (Figura 18).</p>	<p>da fábrica (Figura 18).</p> <p>✓ Implementado</p>	<p>desocupada no interior da fábrica (Figura 19), verifica-se uma grande redução da distância a percorrer pelos operadores.</p>
Sobre processamento	<ul style="list-style-type: none"> • Todas as peças injetadas vêm da injeção com a quantidade definida na gama de embalagem e isso verifica-se nos rótulos. Quando são montadas peças cujo número é inferior ao que vem na embalagem, é necessário pedir novos rótulos com as quantidades que sobram e colocar nas respetivas embalagens. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riscar a quantidade de peças no rótulo e escrever a nova quantidade/colar uma etiqueta com a quantidade certa. O operador logístico ao fazer o retorno tem, obrigatoriamente, de dar entrada do material em armazém através de uma pistola <i>Poke Yoke</i> onde nesse momento faz o retorno da embalagem ajustado à quantidade evidenciada na mesma (Figura 18). <p>✓ Implementado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A nível de processo, o operador não precisa de, constantemente, pedir novos rótulos e proceder à colocação dos mesmos, poupando também material. • Não acumulação/permanência de stock, pois, assim, o retorno da embalagem pode ser feito de imediato.
Stock	<ul style="list-style-type: none"> • Quando uma referência sofre evolução, todo o material injetado armazenado em stock torna-se obsoleto, pois o cliente quer peças do novo índice (nova produção). 	<ul style="list-style-type: none"> • Enviar as peças para a metrologia, testes de equipamentos e/ou fornecedores; <p>✓ Implementado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moer peças <p>✓ Implementado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uma vez que existem pedidos de peças para a metrologia, teste de equipamentos e fornecedores e, como não lhes interessa qual a produção, é uma forma de aproveitar peças que o cliente não quer e usufruí-las sem utilizar novas peças. • Liberta espaço no armazém, que fica disponível para armazenar outras peças.

Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> As peças produzidas e enviadas ao cliente apresentam um número considerável de defeitos, sendo eles: de injeção, peças mal montadas e peças não produzidas na totalidade. Com este desperdício, é necessário repor as peças produzidas com defeitos. 	<ul style="list-style-type: none"> Quando a equipa receber uma reclamação do cliente, esta deve ser mostrada e explicada aos operadores e ficar ainda visível no posto de trabalho <p>✓ Implementado</p>	<ul style="list-style-type: none"> Com esta ajuda visual e com a transmissão desta informação, o operador está ciente da reclamação cliente e, ao deparar-se com tal situação, sabe no futuro que deve rejeitar a peça.
Movimento	<ul style="list-style-type: none"> Buscar componentes à estante (encontra-se na parede oposta aos postos de trabalho) 	<ul style="list-style-type: none"> Recolher a caixa (se pequena ou média) de componentes da estante e colocá-la junto ao PT 	<ul style="list-style-type: none"> Menos movimentações para buscar componentes, logo maior aproveitamento do tempo de trabalho do operador.

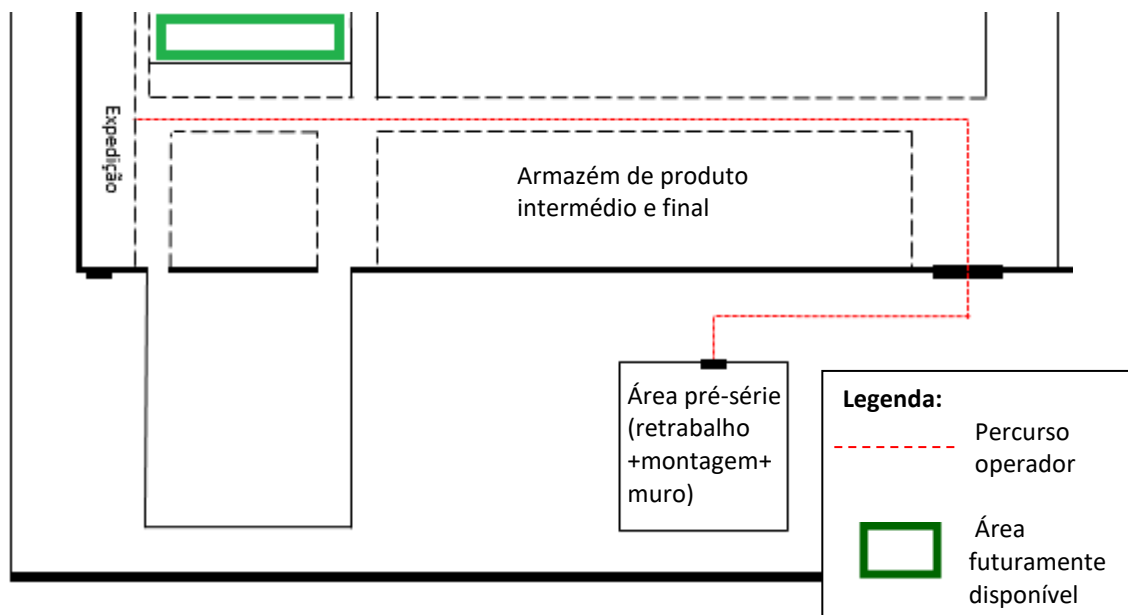


Figura 18: Movimentações logísticas da situação atual



Figura 19: Exemplo de proposta de melhoria

4.1.2.2. Implementação 5S

A utilização da ferramenta 5S promove a disciplina na empresa através da consciência e responsabilidade de todos, com vista a um ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo.

A implementação dos 5S na Pré- teve início a 13 de Fevereiro de 2017 (semana 7) com um fim de monitorização na semana 15, pelo autor. Esta implementação iniciou-se com uma pequena formação aos operadores sobre o que consiste a ferramenta e a sua importância no meio industrial. Na entrada da pré-série foi colocado na parede um cartaz (Figura 20), onde está discriminado cada um dos 5S, com o objetivo de sensibilizar os operadores, na entrada/saída da área de trabalho, para a conformidade dos 5S.



Figura 20: Cartaz 5S

Para realizar a monitorização da implementação desta ferramenta foi utilizado um *template* de auditoria da Inplás, adaptado à pré-série, sendo o autor o responsável pelas mesmas. Uma vez que era importante manter esta área implementada como as restantes áreas da fábrica, e como se pretendia uma implementação eficaz, a monitorização começou a ser feita semanalmente, no primeiro mês, e quinzenalmente no segundo, apesar dos 5S serem aplicados diariamente. Como exemplo destas auditorias, o anexo C contém a *checklist* utilizada. Esta é composta por vários critérios de avaliação e associada à mesma é atribuída uma pontuação. O somatório da pontuação de cada um dos 5S deve ser superior a 10, caso contrário é necessário recorrer a um plano de ações; no entanto, tal não foi necessário. De seguida apresenta-se uma tabela resumo com a monitorização realizada.

Tabela 2: Resumo implementação 5S

Semana	Pontuação Eliminar:	Pontuação Ordenar:	Pontuação Limpar:	Pontuação Normalizar:	Pontuação Rigor:
7	30	45	25	30	25
8	35	50	35	35	40
9	35	45	40	30	30
10	35	50	45	40	30
11	35	50	45	40	35
13	35	40	40	35	35
15	35	45	40	35	35

Uma vez que se trata de uma área composta por muitas ferramentas, é necessário tê-las perto do posto de trabalho, por forma a assegurar o acesso rápido pelos operadores. Foi necessário elaborar uma lista com todas as ferramentas e organizá-las em armários específicos para as mesmas. As figuras 21 e 22 mostram um dos armários de ferramentas: antes e após a implementação do 5S.



Figura 21: Armário Ferramentas inicial



Figura 22: Armário ferramentas após implementação do 5S

Com os armários organizados e cada ferramenta devidamente identificada com uma pequena etiqueta azul, os operadores encontram os utensílios de forma rápida e fácil.

Procedeu-se, também, à arrumação de uma estante (Figura 23), devidamente identificada, com: peças padrão a produzir exclusivamente neste local, componentes organizados por família, bases que auxiliam a produção, armários de ferramentas e utilitários.



Figura 23: Estante após implementação do 5S

Um outro aspeto melhorado foi o 3º S, com a inserção de um registo de limpeza diário que permitiu um controlo contínuo para manter o local limpo (Figuras 24 e 25).



Figura 24: Chão do Posto de Trabalho



Figura 25: Chão do Posto de Trabalho após implementação do 5S

4.1.2.3. Mapeamento do Fluxo de Valor

Foi aplicada a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor, no projeto das Corbatas.

Família de produtos

O primeiro passo consiste em selecionar uma família de produtos que passam por processos similares ou pelos mesmos equipamentos. A família de produto é o projeto das corbatas, por forma a continuar o estudo em questão e pelo facto de existirem cadeias de valor longas cujo fluxo passa por uma maior distância. As matérias-primas (*inputs*) que serão mapeadas têm as referências 1300044 (ABS) e 1800211 (PMMA), que são os materiais plásticos a injetar, passando por uma tecnologia de bi-injeção (processamento), onde se obtêm (*outputs*) as peças injetadas, as corbatas. Isto no processo de injeção.

Mapeamento do estado atual

A realização desta etapa da ferramenta requereu a recolha de informação de todo o processo atual. Para desenvolver um estado futuro começa-se pela análise da situação atual de produção. Será utilizado um conjunto de símbolos e ícones associados à ferramenta, encontrando-se estes resumidos no anexo B.

As fronteiras do mapa do estado atual vão desde o fornecimento das matérias-primas até à entrega das Corbatas ao cliente, a Seat, em Espanha. O mapeamento começa pelos pedidos do cliente, sendo representado com um ícone de fábrica, colocado no canto superior direito. Acima deste ícone, desenhar-se-á uma caixa de informação com as necessidades do cliente, que, numa primeira fase, encomenda em média 88 corbatas por mês, e o respetivo takt-time. De seguida, será apresentada a fórmula do cálculo do takt time⁷:

Equação 1: Cálculo do Takt-time

$$\text{Takt-time} = \frac{\text{Tempo disponível de trabalho}}{\text{procura do cliente}} = \frac{25800}{22} = 1172,7s$$

O número que se obtém a partir deste cálculo significa que, para responder ao pedido do cliente dentro do tempo de trabalho disponível, a Inplás necessita produzir uma corbata a cada 1172,7s. A este tempo não estão incluídos paragens de equipamentos ou produção não conforme. Uma vez que a quantidade requerida pelo cliente se trata de uma média das necessidades do mesmo ao longo de cinco meses, e por existir uma variação das quantidades pedidas pelo cliente, procedeu-se a uma análise estatística. Calculou-se o desvio padrão, que resultou em 19,6 peças, e de seguida, o coeficiente de variação (Equação 2), onde se conclui que a variabilidade é grande, pois o desvio padrão é 22,3% do valor da média.

Equação 2: Cálculo do coeficiente de variação

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Sendo:

S= desvio padrão

\bar{X} = média

Os ícones referidos anteriormente são, também, utilizados para identificar o fornecedor e as respetivas informações, nomeadamente a periodicidade de encomenda do material necessário. Por serem valores que variam bastante, uma vez que a matéria-prima utilizada na fábrica é o plástico, o material utilizado no presente estudo é igual a outros produtos, o que faz com que haja um pedido destes materiais em grande quantidade e regular para satisfazer a produção de toda a fábrica. Perante isto, introduziu-se a variável X (que corresponde ao número de dias associados unicamente ao produto em estudo).

⁷ Frequência com que se deve produzir uma peça, baseado no ritmo de vendas para satisfazer o pedido do cliente.

O próximo passo consiste no desenho dos processos básicos de produção e, para indicar um processo, utiliza-se uma caixa de processo (Anexo B).

Regra geral: uma caixa de processo indica um processo no qual o material está a fluir, pelo que cada caixa termina onde os processos são separados e o fluxo de material pára.

O fluxo de material é desenhado da esquerda para a direita, na parte de baixo do mapa na sequência das etapas dos processos. No total, existem seis caixas de fluxo de material:

- armazém de matéria-prima;
- centro de mistura;
- injeção;
- montagem;
- muro de qualidade;
- expedição.

No mapeamento do produto em estudo, foram introduzidas informações numa caixa de dados (Anexo B), que se encontram por baixo da caixa de processo, sendo elas: tempo de ciclo, tempo de trabalho disponível (TD) e número de turnos. O tempo disponível varia de processo para processo. Na injeção existe rendição, isto é, nos intervalos para descanso e para refeição existe um operador presente no local a render, pelo que o tempo disponível é igual ao número de horas de um turno (28800s). Na montagem e no muro de qualidade (que são os mesmos operadores de montagem) o mesmo não acontece, pelo que é necessário retirar às oito horas de trabalho a hora de almoço e o tempo de intervalo, perfazendo um total de 25800s de tempo disponível de trabalho.

Uma vez que existe *stock* de matéria-prima e *stock* entre processos, mais concretamente após o processo de injeção-montagem, recorre-se ao desenho de um triângulo cuja quantidade e/ou tempo observado é registado por baixo do mesmo. Esta identificação de *stock* evidencia os locais onde o fluxo de material é interrompido.

Posto isto, segue-se uma primeira visão do mapa do estado atual com todos os processos e as respetivas caixas de dados, que se encontra representado na figura 26.

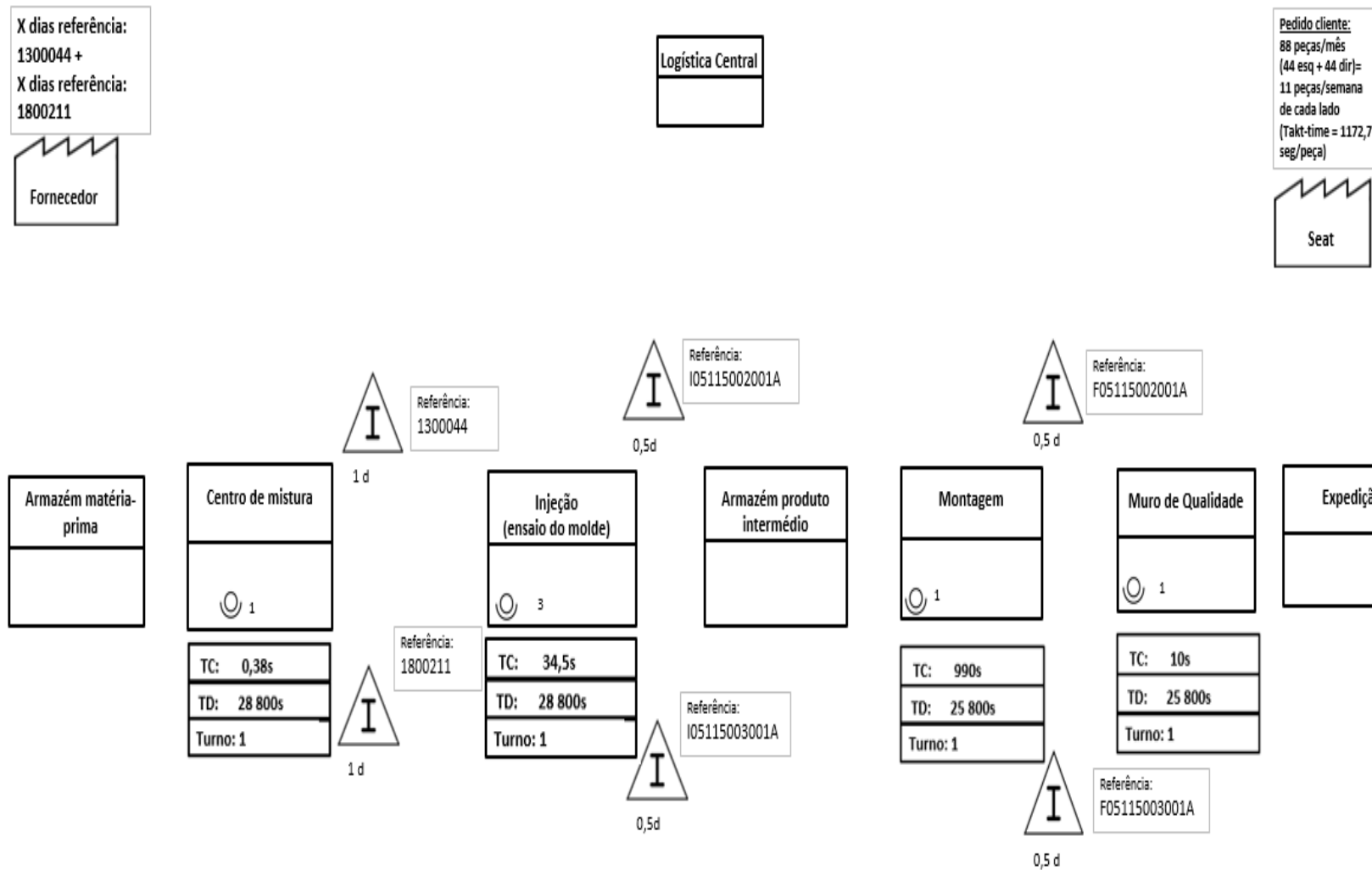


Figura 26: 1ª visão do mapa atual

De seguida, procede-se ao mapeamento do fluxo de informação, desde o cliente até ao departamento logístico central e deste até ao fornecedor. O departamento logístico é desenhado como uma caixa de processo, sendo que este possui um sistema eletrónico, MRP, reúne as informações do cliente, processa e emite pedidos de expedição.

Depois procede-se à identificação de uma parte crítica do mapeamento das informações, isto é, os movimentos de material (Figura 27) que são empurrados pelo produtor e os que são puxados para a ordem exata de produção, promovendo a eliminação de *stocks* intermédios. A primeira ocorre quando um processo produz independentemente das necessidades reais do cliente. Resulta numa produção cujo processo seguinte não necessita naquele momento, sendo enviado para stock, o que contribui para dois tipos de desperdício: *stock* e transporte.

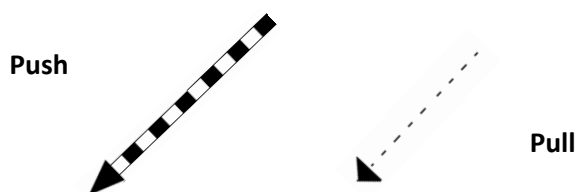


Figura 27: Ícones- Sistema Empurrar vs Sistema Puxar

O transporte de matéria-prima do fornecedor bem como a expedição da encomenda para o cliente é feita com recurso a camiões, sendo, portanto, desenhado, no fluxo entre si, uma seta e um camião.

Por cima das setas, são visíveis ícones que correspondem ao transporte efetuado entre os processos. Entre eles, o *milk run* (com recurso a um comboio logístico), empilhador e porta-paletes. É de salientar que o tempo que um operador demora para levar o pedido do cliente, desde o muro de qualidade até à expedição, é de quatro minutos e vinte e sete segundos.

Uma vez que no processo de montagem apenas se produz segundo as quantidades das ordens de produção, é utilizado um Kanban de movimentação que serve para comunicar ao processo anterior de que o material pode ser retirado de *stock* e transferido para o processo seguinte. Para isso recorre-se à seguinte identificação:

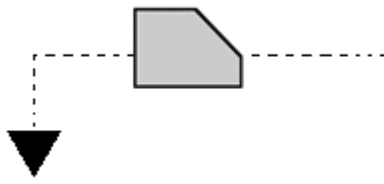


Figura 28: Ícone- Kanban de movimentação

Relativamente à periodicidade da ordem de produção, o armazém de matérias-primas e a injeção recebem-na mensalmente, uma vez que o molde é ensaiado, em média, uma vez por mês, de forma a abastecer as necessidades do cliente para o índice atual da peça. Após a produção das peças injetadas, o molde sai da fábrica com o objetivo de ser melhorado. Já em relação ao processo de montagem, este é feito semanalmente.

O último passo para finalizar o mapeamento do estado atual consiste no cálculo dos tempos totais de *lead time* e de tempo de processamento, ou seja, o tempo que uma peça leva a percorrer todo o processo, desde a sua chegada como matéria-prima até à sua expedição. Para tal, é necessário desenhar uma linha do tempo abaixo de todo o mapeamento já desenhado.

O *lead time* total de produção é apresentado em dias e corresponde ao somatório do *lead time* de cada processo e em cada triângulo do *stock*. Assim, o *lead time* para as corbatas é: $X + 2,503$ dias.

Por último, adicionam-se os tempos de ciclo para cada processo no fluxo de valor, pelo que o tempo de processamento de uma corbata é de 1034,88s.

Ao visualizar estes mapas do estado atual verifica-se a existência de alguns desperdícios. De forma a visualizá-los, será identificado na visão final do mapeamento do estado atual através do ícone abaixo, que serve para mostrar onde se vai atuar em oportunidades de melhoria do fluxo.

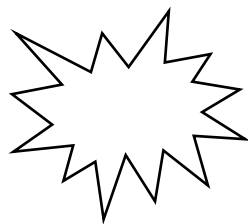


Figura 29: Ícone de identificação dos problemas= oportunidade de melhoria

Posto isto, segue-se a visão final do mapa do estado atual:

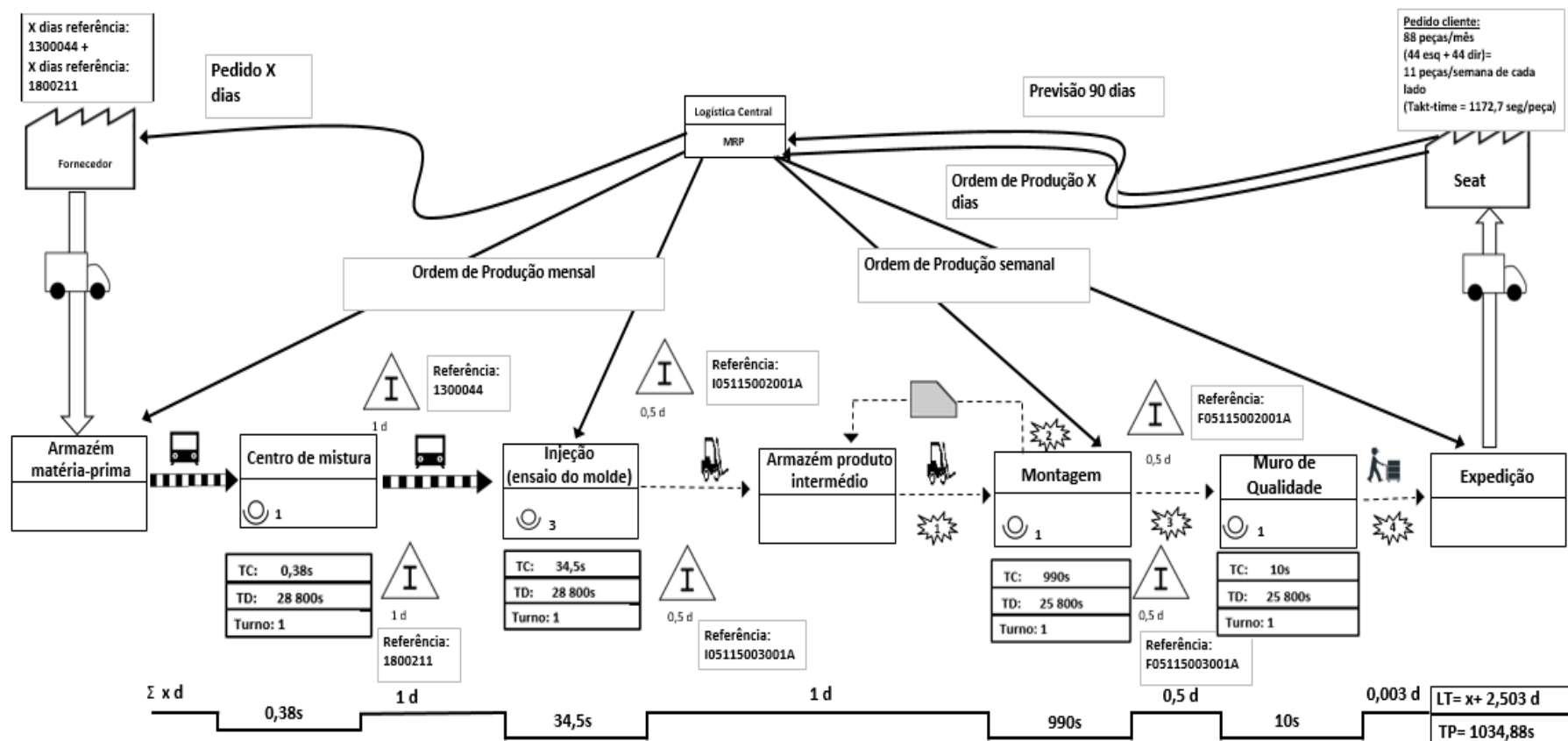






Figura 30: Mapa do estado atual

Para identificar claramente o desperdício e onde se vai atuar no mapeamento do estado futuro, o ícone (Figura 29) foi numerado. A tabela seguinte evidencia quais os desperdícios identificados a atuar em oportunidades de melhoria.

Tabela 3: Identificação do desperdício

Ícone	Tipo de desperdício
	Elevado tempo de espera de peças para produzir e o transporte entre o armazém de produto intermédio e o processo de montagem
	Processo de montagem das peças manual, o que proporciona um tempo de ciclo bastante elevado
	Acumulação e espera de stock de produto final na área de pré-série para ser triado
	Elevado tempo de transporte que um operador leva a dirigir-se à expedição com o pedido do cliente

4.1.3. Situação Futura

Após implementada a pré-série no local inicial, verificou-se um cenário complicado que incidiu em muitas reclamações, uma vez que não estavam reunidas as condições favoráveis para garantir uma boa produção, tendo sido necessário o envolvimento da gestão de topo, resultando algumas ações que serão identificadas neste subtópico.

Dada a disponibilidade de uma área no interior da fábrica e de forma a melhorar as condições de trabalho, aproveitou-se esse espaço para a criação da área principal da pré-série, pelo que existem dois locais de pré-série, a retratada na situação inicial e a que se encontra dentro da

fábrica. Desta forma, ficou mais perto de todos os recursos necessários que envolvem a mesma e com uma maior supervisão.

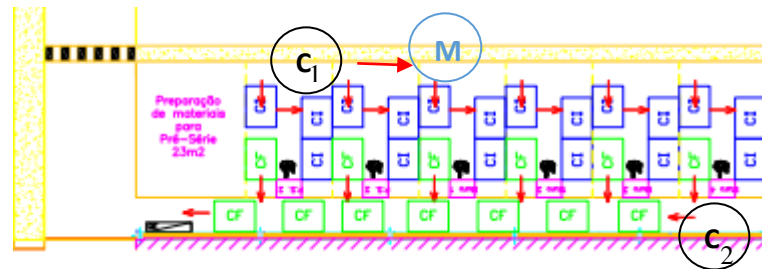


Figura 31: Layout da nova área de PS (Fonte: Engenharia de Processo Inplás)

A figura 31 mostra esta nova área, onde existe:

- uma zona de preparação de material e uma estante com componentes que funciona como supermercado;
- dois postos de trabalho para a produção (Figura 32), junto à zona de preparação de material onde é cumprido o *layout* evidenciado (Figura 31);



Figura 32: Postos de trabalho do novo local de pré-série

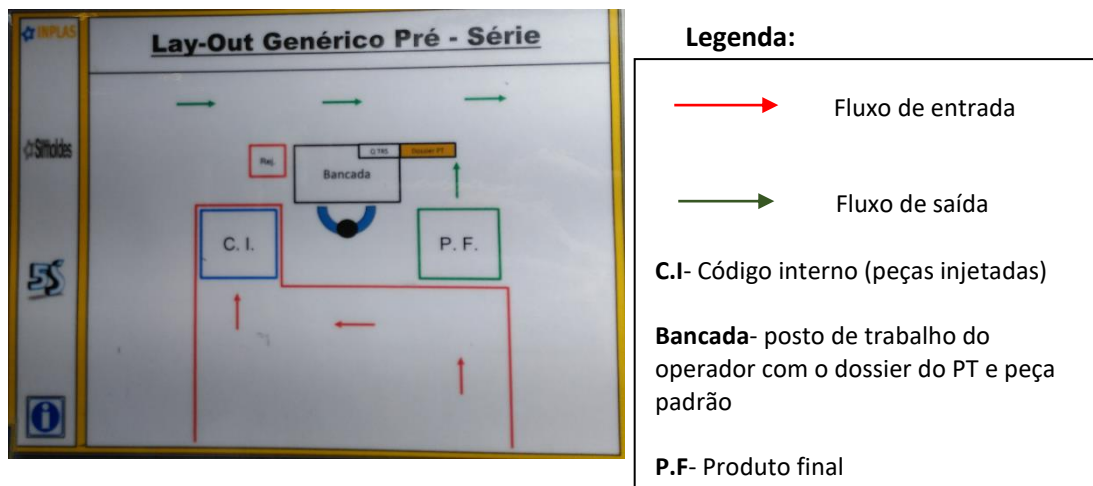


Figura 33: Layout do posto de trabalho

- dois postos de trabalho de muro de qualidade do lado oposto às bancadas de produção, que operam segundo as quantidades produzidas pelos operadores de produção pré-série;
- dois corredores de fluxo de materiais divididos em C1 e C2, produção- muro de qualidade e muro de qualidade- expedição, respetivamente;

Este transporte é feito através de um carro plataforma (Figura 34) onde é colocado a paleta com o material produzido, sendo este empurrado facilmente até ao seu destino.



Figura 34: Implementação de um carro plataforma industrial

- um módulo pré-série (Figura 35), identificado como M.

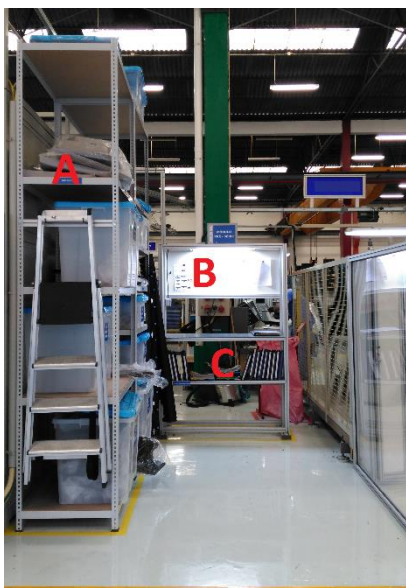


Figura 35: Módulo Pré-série

A- Estante onde se encontram todas as peças padrão que se produzem nesta área;

B- Quadro onde visualmente se verifica os pedidos de expedição mais prioritários e os que faltam produzir;

C- Bancada composta por *dossiers* do posto de trabalho de produção, muro de qualidade e capa com índices; prateleiras para ordens de produção de entrada e saída e folhas de controlo de produção;

Com este módulo perto dos operadores, buscar peças padrão e *dossiers* passou a ser-lhes uma tarefa obrigatória, o que contribuiu para uma diminuição significativa de reclamações do cliente.

O local inicial da pré-série continua em funcionamento e é mais utilizado na produção de peças de maior dimensão. Em cada uma das áreas encontram-se dois operadores de produção. Além destes operadores de produção e muro de qualidade, existe, em cada turno, um operador logístico exclusivo para a pré-série, encarregue de abastecer todo o material necessário para a produção.

De seguida será finalizada a ferramenta *Lean*, iniciada anteriormente, com o mapeamento do estado futuro.

4.1.3.1. Mapeamento do estado futuro

Com vista a identificar as fontes de desperdício e eliminá-las, recorreu-se à implementação de um novo fluxo de valor, isto é, ao mapeamento do estado futuro que se refletiu numa realidade a curto prazo. O objetivo foi construir uma cadeia de produção onde os processos individuais são estruturados por meio de fluxo contínuo ou através de sistemas puxados. Com isto pretende-se uma maior aproximação de produzir o necessário e quando necessário.

Ao analisar o mapa do estado atual do produto em estudo, verificaram-se os seguintes problemas:

1. Elevado *lead time* para a produção das corbatas, nomeadamente, entre os processos injeção-montagem e muro de qualidade-expedição.

2. Existência de muita movimentação interna entre os processos, mais precisamente entre o muro de qualidade-expedição, o que significa desperdício de transporte e de movimentação, onde não é agregado valor ao produto final;

3. Acumulação de *stocks* intermédios entre diferentes processos;

A elaboração do mapa do estado futuro veio de encontro à resolução destes problemas e, para tal, a solução para os mesmos traduziu-se em algumas mudanças, sendo as três primeiras relativas ao *Lead time* e a última ao tempo de processamento:

- alteração do local da pré-série;
- introdução de operadores logísticos que operam exclusivamente para esta área;
- introdução de operadores de muro de qualidade exclusivamente para esta área;
- introdução de um equipamento de montagem.

Para elaborar o mapa do estado futuro, existem questões que devem ser levantadas e que vão de encontro à resolução dos problemas identificados em cima.

Como reduzir o tempo de espera de produção?

Com operadores logísticos dedicados a esta área, os operadores de produção já não precisam de estar à espera de um tempo disponível por parte dos operadores logísticos da fase série para abastecerem todo o material necessário para iniciar a produção.

A alteração do local de pré-série verificou-se já nesta fase, o que também permitiu diminuir a distância a percorrer pelos operadores logísticos, desde o armazém de produto intermédio até à área de pré-série e, conseqüentemente, a espera.

Como se pode reduzir a permanência de *stock*?

Verifica-se a permanência de *stock* entre o processo de montagem-muro de qualidade pois são os operadores a fazer ambas funções, produção e muro de qualidade. O tempo de permanência de *stock* deve-se à disponibilidade do operador, que em média reflete-se em 0,5 dias. Com a introdução de recursos dedicados ao muro de qualidade, um operador, quando termina a

produção, desloca-se com a embalagem produzida com recurso a um carro plataforma ao posto de trabalho do muro, demorando apenas 10s. Consoante o que os operadores do muro tiverem para triar e dependendo das prioridades de expedição das cargas, o pedido é logo triado ou não.

É possível eliminar alguma tarefa?

Além da eliminação de algumas tarefas realizadas anteriormente pelos operadores de produção, foi possível eliminar o último desperdício identificado: o transporte entre o muro de qualidade-expedição. Uma vez que o novo local da pré-série se encontra ao lado da área de expedição, todo o material triado segue o fluxo existente após o muro de qualidade, como se verifica na Figura 36, apresentada anteriormente.

A nível de processo de montagem, onde se pode melhorar o tempo de ciclo?

Nesta última fase do projeto, introduziu-se um equipamento de montagem para estas peças, o que permitiu produzir duas corbatas de uma só vez, com um tempo de ciclo por peça de 57s, sendo que o operador demora, desde a colocação das duas peças no periférico até que as armazena na embalagem, 114s. A introdução deste periférico teve como objetivo otimizar o processo produtivo, diminuindo consideravelmente o tempo de ciclo de montagem da peça, evidenciando a melhoria que existe quando se produz, inicialmente, uma peça de forma manual e quando se implementam mecanismos automatizados no processo de montagem.

Desta forma, segue-se o mapa do estado futuro que permite visualizar as melhorias obtidas:

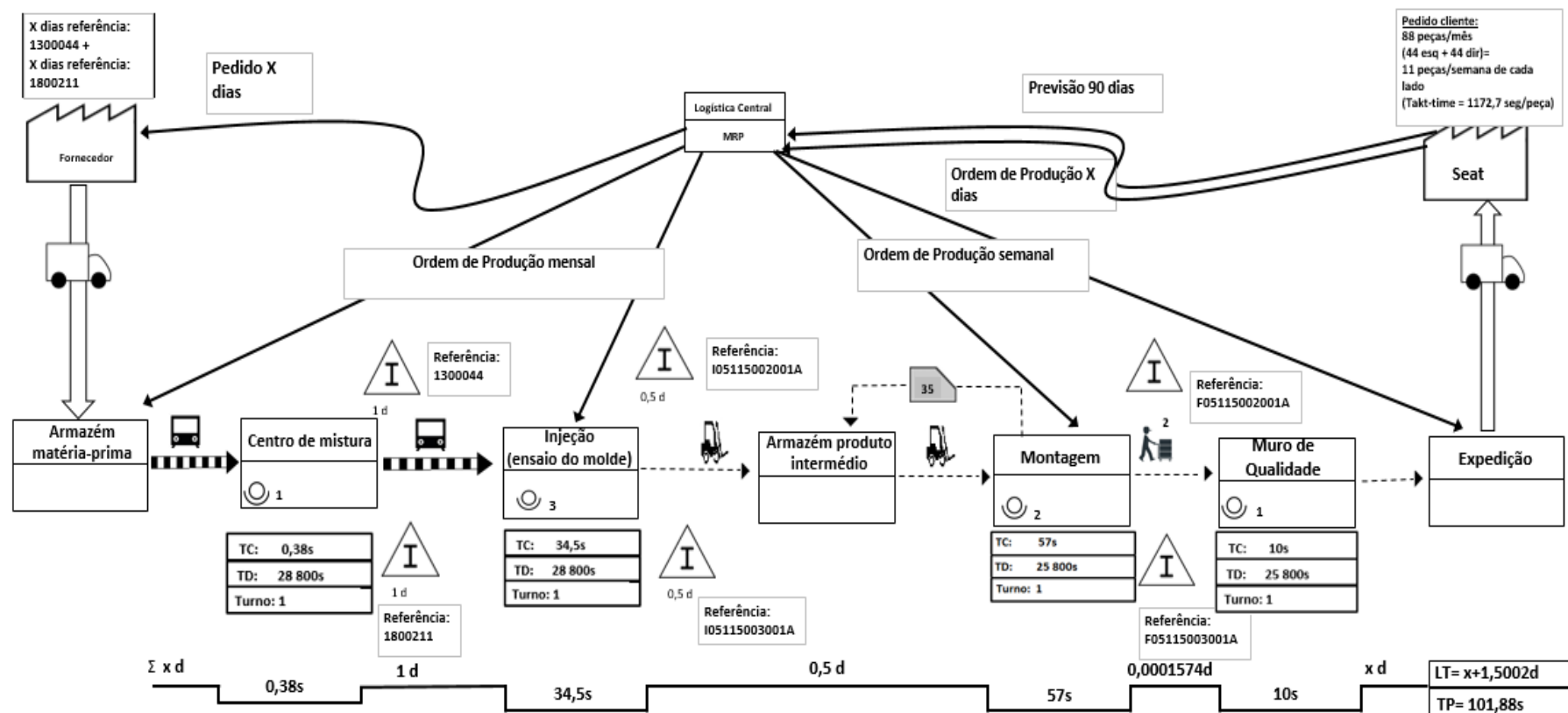


Figura 36: Mapa do estado futuro

Discussão de resultados

Após a elaboração do mapeamento do fluxo de valor são visíveis as melhorias do mapeamento do estado futuro comparativamente ao atual. De seguida, será apresentado uma tabela resumo com os resultados.

Tabela 4: Resultados do mapa do estado atual vs mapa do estado futuro

	Situação mapa atual	Situação mapa futuro
Lead time	X + 2,503 dias	X+1,5002 dias
Tempo de processamento	1034,88 segundos	101,88 segundos

O *lead time* de produção foi reduzido em cerca de 40% cujas razões se devem:

- à eliminação de *stock* existente entre o processo de montagem-muro de qualidade;
- à introdução de novos recursos humanos dedicados a cada função e não a uma sobrecarga de tarefas pelos operadores que potenciava um atraso na produção;
- à redução do tempo associado ao transporte;
- à alteração do local de pré-série, que permitiu a todos os envolvidos estarem mais perto dos recursos necessários, logo um ganho de tempo.

O tempo de processamento traduziu-se numa melhoria bastante significativa, em cerca de 90%, devido à introdução do equipamento de montagem na última fase do projeto que, consequentemente, permitiu uma redução do tempo de ciclo de montagem das peças.

4.1.3.2. Trabalho padronizado

Para iniciar a produção, os operadores têm de seguir alguns procedimentos e, para tal, foi realizado um mapeamento do mesmo (Anexo D), que permite mostrar todas as operações necessárias a realizar antes de iniciar a produção de uma peça. Este mapeamento encontra-se no módulo do local principal da pré-série, tendo sido realizado pelo autor como contributo para a empresa. Este mapeamento serve como ajuda ao operador e consiste em procedimentos específicos a realizar no processo de produção, denominado como trabalho padronizado.

Padronizar é importante e é o resultado de melhoria contínua e a base para futuras melhorias, pois sem um *standard* não se consegue melhorar.

4.1.4. Melhorias Obtidas

Com a criação do novo local da pré-série obtiveram-se melhorias consideráveis. A tabela 5 evidencia, resumidamente, as diferenças entre os dois locais e as melhorias obtidas.

Tabela 5: Melhorias obtidas

	Pré-série inicial	Pré-série atual	Melhorias
Mudança de espaço	Não aplicável.	Criação de uma área na nave fabril com dois postos de trabalho (Posto 1 e 2-pré-série) e ainda dois postos de trabalho para muro de qualidade.	<ul style="list-style-type: none"> -Melhoria significativa de produção. -Maior espaço de trabalho. -Mais perto de todos os recursos envolvidos. - Maior organização. - Melhoria no <i>Lead Time</i>. - Maior organização do posto de trabalho.
Muro de Qualidade	Os operadores de produção produziam e triavam.	Criação de dois postos de trabalho exclusivos para muro de qualidade.	<ul style="list-style-type: none"> -Libertação de trabalho dos operadores de produção. -Zona dedicada à triagem das peças levou à diminuição de reclamações.
Operadores logísticos	A operação logística era assegurada pelos operadores da pré-série.	Alocar operador logístico dedicado ao abastecimento de pré-série.	<ul style="list-style-type: none"> - Libertação de trabalho dos operadores de produção.

			<ul style="list-style-type: none"> - Redução do tempo de espera por materiais. - Maior organização do posto de trabalho, devido a uma maior frequência de fluxo de materiais (entradas e saídas).
Operadores de produção	<p>Realizavam três tipos tarefas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -montagem; -muro de qualidade; -logística. 	Dedicados unicamente à produção.	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de atrasos de envios para o cliente. - Redução de transportes realizados por expresso.
Supervisão	Elementos da equipa pré-série.	Supervisor senior.	Maior controlo do trabalho dos operadores.
Implementação 5S	Aplicação do <i>Standard</i> da fábrica.	Local implementado com os 5S.	<ul style="list-style-type: none"> - Melhor organização. -Menor tempo à procura de material. -Local de trabalho limpo. - Maior produtividade. -Melhoria no ambiente de trabalho.

4.2. Apresentação do Produto em Estudo






Após a discriminação dos dados de entrada das Corbatas, o autor procedeu à análise e desenvolvimento do processo produtivo da peça, desde o estado das peças após a injeção até ao embalamento das mesmas, no processo de montagem.

Este projeto não possui uma gama de fabrico para a produção pré-série, pelo que foi importante definir uma, tendo sido dado uma formação aos operadores da produção manual das mesmas. Assim, será apresentado na tabela 6, na ótica do autor, a sequência das operações da produção destas peças e o motivo dessa sequência, com vista à otimização de todo o processo de montagem.

Tabela 6: Sequência otimizada das operações do produto em estudo

Nº Operação	Descrição das operações	Forma	Observações
1	Retirar peça da caixa, verificar textura (alto brilho) e incompletos.	Manual:  Visual: 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar se existe incompletos, raiados ou outros defeitos e caso haja, deve-se rejeitar, de forma a evitar rejeitar a peça no fim da montagem ou chegar ao cliente com defeitos.
2	Colocar película (2.1) e posteriormente filme de proteção (2.2).	<div>2.1. </div> <div>2.2. </div>	<ul style="list-style-type: none"> • Estas operações são feitas pela ordem indicada, pois em 2.1. com a aplicação da pestana e posteriormente do filme de proteção, o cliente consegue tirar estas películas de forma eficiente e de uma só vez. • A aplicação do filme de proteção protege o alto brilho da peça que é muito suscetível a riscos, permitindo ao operador manuseá-la para as restantes operações.
3	Cortar gito com auxílio de um alicate térmico ⁸ .		<ul style="list-style-type: none"> • É utilizado um alicate para cortar o gito da peça e, sendo térmico, facilita o corte e não deixa rebarba. • Uma vez que o material pode estalar na zona de corte e deixar alguma marca que propicie possíveis rejeições, esta operação deve ser realizada neste ponto.
4	Retirar rebarbas e verificar se os furos estão abertos.		<ul style="list-style-type: none"> • É utilizada uma faca (figura ao lado) que permite retrabalhar qualquer peça, de forma a tirar todas as rebarbas ao longo da mesma bem como destapar os furos existentes.

⁸Este alicate térmico é utilizado no corte de plásticos, que através da condução de calor das pontas do alicate no gito, faz com que este amoleça e parta o material desnecessário.

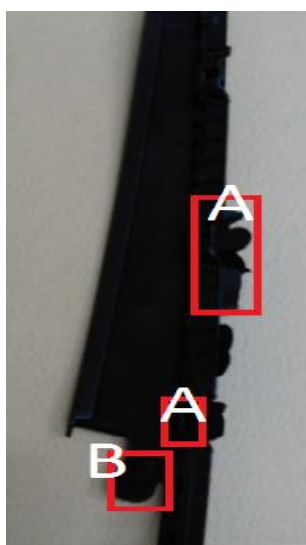
5	Colar espuma adesiva (aspeto funcional).		<ul style="list-style-type: none"> ● Colocar na parte técnica da peça esta espuma adesiva. Caso não fique dentro dos limites definidos, deve ser retirado com auxílio da faca e repostado. Verificando-se este último ponto, é fácil repor e não se rejeita a peça.
6	Colar etiqueta de identificação (quando a peça já possui gravação não necessita da etiqueta) e o índice associado à produção.		<ul style="list-style-type: none"> ● Com a peça produzida, na parte técnica é colocado o índice de produção associado e a etiqueta de identificação da peça (com a referência cliente da peça, o projeto, o índice, o nome do fornecedor e data).
7	Verificar se a peça está conforme, carimbar e acamar segundo a gama de embalagem.	  	<ul style="list-style-type: none"> ● Aquando da peça produzida, o operador verifica a mesma (componentes e aspeto) e carimba a respetiva peça. Acama a peça na caixa segundo a gama de embalagem.
8	Colocar documentação de qualidade e fechar caixa.		<ul style="list-style-type: none"> ● Para finalizar, o operador coloca dentro da embalagem a documentação de qualidade (composta por dois documentos em folhas A4) e fecha a caixa.

Foi importante definir uma sequência de operações para a produção destas peças, pois durante três índices de produção (01k, 02k e 03k) estas operações foram realizadas manualmente. Sendo estas operações realizadas manualmente, pretendeu-se rentabilizar o tempo de trabalho dos operadores, otimizar o tempo de ciclo de cada peça e minimizar o número de peças rejeitadas ao longo das produções.

O projeto passou por quatro fases (índices de produção) antes de entrar em produção em série. De seguida serão desenvolvidos os problemas identificados em cada fase na peça e as alternativas de tornar o processo produtivo mais eficiente.

Fase 1- 01K:

A produção destas peças 01K remete-se à primeira injeção das corbatas. O primeiro aspeto crítico nesta primeira produção foi o excesso de rebarbas e o elevado número de furos tapados (Figura 37), que consequentemente se traduziu num maior tempo despendido na produção da peça; os incompletos⁹ e os raiados¹⁰ que o alto brilho possuía levavam o operador a rejeitar a peça e a produzir novas, porém se mantivessem no mesmo estado chegavam com esse aspeto ao cliente.



Em A é possível verificar o excesso de rebarbas que o operador tinha de retirar com a faca, bem como os furos tapados. Em B está outro excesso de material, o chamado gito, sendo cortado com recurso a um alicate térmico, inicialmente com uma ponta pequena e posteriormente maior (como se verifica no ponto 3 da tabela 6), de forma a abranger toda a largura do gito, que com o calor transmitido para o plástico faz com que amoleça e parta este bocado de material.

Figura 37: 1ª ensaio de molde (01K)

⁹ Defeito superficial de injeção que ocorre em zonas não preenchidas por material. Normalmente, aparecem nas áreas mais distantes do ponto de injeção.

¹⁰ Manchas de humidade que aparecem à superfície da peça sob forma de raiados prateados, provocadas por humidade na superfície do molde.

Estes pontos foram alertados à Qualidade projeto com o fim de o molde ser alterado (otimizar o processo de injeção) antes de voltar a injetar em máquina, com vista à melhoria da peça injetada.

Na remessa das primeiras peças, a quantidade enviada foi muito inferior à definida na gama de embalagem (35 peças por caixa, 5 por camada), e apenas estas eram acamadas na caixa e fechadas unicamente com uma tampa. Isto gerou uma reclamação, uma vez que no transporte as peças se deslocavam por excesso de espaço livre e pelo facto de qualquer pessoa poder abrir a caixa. Assim, para cada envio de qualquer projeto em pré-série foram definidas duas ações:

- 1) Quando a quantidade de peças a enviar for inferior ao definido pela gama de embalagem, deve-se otimizar a embalagem (Figura 38).

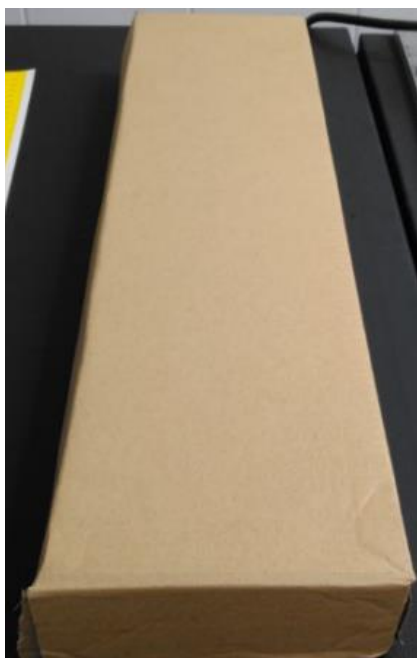


Figura 38: Otimização da embalagem

Este caso remete-se a uma pequena quantidade de peças por parte do cliente, nomeadamente de duas peças, onde não se justificava o armazenamento das mesmas numa caixa com as dimensões 600x400x300 mm. Para este envio foi utilizada uma tampa da caixa definida, que serviu para armazenar as peças requeridas pelo cliente. Quando a quantidade de peças é igual ou superior a cinco peças, os operadores cortam a caixa pela altura onde se encontram as mesmas, procedendo de seguida ao fecho da caixa com a respetiva tampa. Com isto, evita-se que as peças batam uma nas outras, pois isso pode gerar defeitos.

- 2) Todas as embalagens são fechadas com fita-cola.

Fase 2-02K:

Após algumas alterações no molde e este colocado em máquina para injetar novas peças, o índice evoluiu para 02K. Esperava-se que, à medida que o índice de produção evoluísse, as peças injetadas saíssem melhores. A nível de rebarbas e furos tapados houve uma pequena melhoria, como é visível na tabela 7.

Um aspeto relevante neste nível de produção incidiu na gravação da referência da peça no molde, pelo que, no processo de montagem, os operadores já não precisavam de colar etiquetas unitárias de identificação, sendo eliminada esta operação obteve-se, consequentemente, uma pequena melhoria de tempo de ciclo de produção da peça.

Por outro lado, foi necessário fazer um retrabalho num dos lados da peça (lado esquerdo), nomeadamente numa parte técnica da peça. Este defeito foi detetado pelo cliente que, após a montagem da peça na porta do carro, verificou a existência de um friso interior da “calha” mais elevado que o especificado, o que originou uma deformação grande após a montagem. De forma a atuar sobre este defeito, verificou-se a necessidade de retrabalhar nessa zona da peça pelo que se procedeu à compra de uma ferramenta de retrabalho, uma retificadora circular (Figura 39), que permite cortar eficazmente este excesso de material. Na utilização desta ferramenta, os operadores utilizam óculos de proteção como ferramenta de segurança. A proteção dos olhos é um dos pontos importantes na prevenção de acidentes, e a finalidade de utilização deste tipo de óculos é proteger os olhos dos operadores contra partículas sólidas projetadas.

É de salientar que esta ferramenta é utilizada para retrabalho noutras peças de outros projetos, pelo que se tornou numa boa opção.

Uma vez que este retrabalho era realizado apenas na peça direita, verifica-se um tempo de ciclo superior ao da peça esquerda.



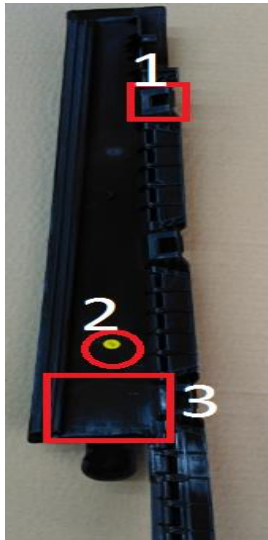
Figura 39: Ferramenta de retrabalho- Retificadora circular

Fase 3- 03K:

Após a alteração do molde relativamente ao friso encontrado num dos lados e à continuação de existência de rebarbas, o molde foi posto em máquina com as respetivas alterações. Obtiveram-se peças sem necessidade do retrabalho relatado anteriormente e, ainda, com uma diminuição considerável de rebarbas e furos tapados, mas ainda com alguma incidência deste tipo de problemas.

Posto isto e perante um padrão sequencial de operações de montagem da peça ao longo das fases deste projeto, verificou-se uma melhoria de 50% do tempo de ciclo relativamente à fase anterior. A fase 03k marcou o fim da produção destas peças manualmente.

Fase 4- 04k:



Na figura ao lado é visível uma grande melhoria do molde: em 1 verifica-se que os furos estão destapados e quase a ausência total de rebarbas; em 2 é evidenciado o índice de produção, 04k, já colocado na injeção, o que elimina uma operação na montagem; por fim, em 3 identifica-se a gravação na peça, isto é, a referência cliente associada e o calendário de injeção da mesma, que permitem verificar o historial de ensaios da peça em estudo.

Figura 40: 4º ensaio de molde (04K)

De forma a tornar o processo de montagem eficiente e dada a já disponibilidade de um equipamento de montagem, procedeu-se ao teste do mesmo, utilizando o periférico¹¹ (Figura 41) de forma a garantir uma produção automatizada na fase série. O periférico foi, então, utilizado pela primeira vez quando os operadores montavam as peças com índice 04K.

¹¹ Equipamento de montagem e deteção de componentes.



Figura 41: Periférico de montagem do produto em estudo

Para a produção destas peças são necessários dois periféricos, um para peças esquerdas e outro para peças direitas, sendo feitas duas peças de cada vez e em simultâneo, sendo necessário dois operadores, um para cada periférico.

Com a utilização do periférico, não só se verifica um tempo de ciclo inferior às restantes produções anteriores, bem como a produção de duas peças de uma só vez.

Tratamento de dados

Ao longo do tempo, procedeu-se a um registo completo de dados relativamente à produção destas peças: número de projeto, número de molde, designação do produto, referências internas e de cliente, quantidade de peças produzidas, os dias e horas em que a produção era feita, o índice de produção, os operadores envolvidos bem como os operadores de triagem, tempos de ciclo com recurso a um cronómetro e algumas considerações a ter em conta. A tabela 7 apresenta um resumo dos dados que contribuem para um melhor entendimento da evolução do produto em estudo.

Tabela 7: Dados de produção do produto

1	Designação	Ref. Interna	Índice*	Nº Operador	Quantidade	Tempo de Ciclo (min)
2	Corbata Anterior DER	F05115002001A	01K	3404	10	18
3	Corbata Anterior IZQ	F05115003001A	01K	3404	10	15
4	Corbata Anterior DER	F05115002001A	02K	3404	10	8
5	Corbata Anterior IZQ	F05115003001A	02K	3404	10	10
6	Corbata Anterior DER	F05115002001A	03K	3404	10	4
7	Corbata Anterior IZQ	F05115003001A	03K	3404	10	5
8	Corbata Anterior DER	F05115002001A	04K	3404	10	2,5
9	Corbata Anterior IZQ	F05115003001A	04K	3404	10	2,5
10						
11			* 1ª vez a produzir o respetivo índice			

Para poder analisar coerentemente os valores obtidos de tempo de ciclo, foi tido em consideração a primeira produção das peças após cada ensaio de molde (e não em cada vez que o molde foi posto em máquina, pois pretendia-se analisar as diferenças obtidas a cada modificação do molde), o mesmo operador e a mesma quantidade de peças.

Na tabela 8, verifica-se as diferenças do processo de produção das peças em estudo, relativamente à última fase do projeto em pré-série e à fase série, bem como o tempo de ciclo de cada uma das fases.

Tabela 8: Operações Pré-série vs Série

Operações	Produção Pré-série (índice 04K)	Produção Série
1	Retira peça da caixa e verifica textura (alto brilho) e incompletos.	Recolhe peças do tapete e verifica peças de acordo com a Gama de Controlo.
2	Coloca pestana e posteriormente filme de proteção.	Coloca peças no periférico.
3	Corta gito.	Cola filme de proteção sobre as peças.
4	Retira rebarbas e verifica se os furos estão abertos.	Faz Start para rodar as peças.
5	Cola espuma adesiva.	Cola duas mousses (1+1).
6	Verifica a peça e embala de acordo com a Gama de Embalagem.	Faz Start para detetar componentes
7	Coloca documentação de qualidade e fecha caixa.	Coloca peças no corta-gitos (corte a <i>laser</i>).
8		Embala de acordo com a Gama de Embalagem.
Tc	182s	114s

Apesar do número de operações realizadas na PS ser inferior à da produção série, é notória a diferença do tempo de ciclo, para melhor na produção série e isso deve-se:

- ao molde estar estável, sendo eliminada a operação de maior tempo de ciclo (a eliminação de rebarbas);
- à inexistência de verificação se a peça possui furos tapados;
- ao corte do gito, que atualmente é feito com recurso a laser e não com um alicate térmico;
- à não colocação da documentação obrigatória a enviar por caixa.

Assim, seguiu-se a aprovação dos equipamentos de injeção e ferramentas e validação dos processos de manuseamento e de montagem. Após validado todo o sistema, isto é, produção, produto e processo, este projeto foi transferido para a produção série.

Perante isto, é notória a importância de existir uma fase de pré-série neste tipo de indústria, de forma a reduzir desperdícios e garantir uma produção otimizada na fase seguinte.

5. Conclusão

Este capítulo incide sobre as conclusões do trabalho realizado bem como considerações para futuros trabalhos a desenvolver.

5.1. Reflexão sobre o trabalho realizado

Os objetivos inicialmente propostos na realização deste projeto em ambiente industrial foram atingidos: implementação da área de pré-série, através de um acompanhamento diário desta fase, e melhoria do processo produtivo do novo projeto do modelo Seat Ibiza.

A aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing*, num regime de melhoria contínua, revelou-se essencial para o aumento da produtividade do projeto em estudo e bem assim para uma implementação mais eficiente da pré-série.

O presente trabalho iniciou-se com a identificação dos sete desperdícios propostos por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, o que permitiu conhecer a realidade inicial da pré-série e identificar os desperdícios associados, com o objetivo de melhorar o processo envolvente desta área através da implementação de propostas de melhorias.

A metodologia de Mapeamento do Fluxo de Valor veio corroborar a literatura pesquisada, aplicada na análise do processo produtivo das Corbatas, permitindo, através do mapeamento do estado inicial, compreender o fluxo de materiais e informação de todo o sistema produtivo e identificar as principais fontes de desperdício e problemas associados ao projeto. O estado futuro desta metodologia foi desenhado tendo em conta o novo local para a pré-série, uma das melhorias implementadas, cujo *lead time* se traduziu numa redução de 40%. É importante referir que a introdução de recursos logísticos e de muro de qualidade contribuíram também para esta redução. A nível de tempo de processamento, houve uma melhoria significativa de 90%, o que vem demonstrar a importância de existirem equipamentos de montagem e de o molde estar em melhores condições, para garantir uma produção eficiente.

A mudança do local principal de pré-série para o interior da fábrica revelou-se numa das mais relevantes melhorias implementadas, pois melhorou as condições de trabalho, do processo, reconfigurou recursos envolvidos da pré-série e eliminou problemas existentes.

Na outra área inicial da pré-série, remanescente, manteve-se a produção de peças de maior dimensão. Procedeu-se, então, à implementação da metodologia 5S, visto ser a única área da

fábrica sem a aplicação desta ferramenta. Reorganizou-se o espaço e os operadores foram instruídos e sensibilizados para uma melhoria do ambiente de trabalho que se veio a efetivar.

Para finalizar a aplicação de ferramentas *Lean*, foi realizado o mapeamento dos procedimentos operacionais que os operadores têm de realizar para iniciar uma produção- trabalho padronizado, pois os procedimentos realizados nesta área diferem dos realizados na produção série e não estavam normalizados na fábrica.

Em suma, os objetivos previamente determinados foram, positivamente, alcançados, sendo, contudo, importante continuar a fazer um acompanhamento que detete eventuais necessidades de reajustamentos visando uma melhoria contínua.

5.2. Desenvolvimentos futuros

No desenvolvimento do documento, foram evidenciados aspetos que devem ser alvo de melhoria futura em prol da melhoria contínua.

É do interesse da empresa continuar a melhorar a envolvente do local principal da pré-série. Como visto no *layout* apresentado no presente documento, existe uma separação física entre os postos de trabalho da produção e do muro de qualidade, o que faz com que haja uma maior movimentação por parte dos operadores.

Como sugestão de trabalhos futuros, seria importante analisar e melhorar o *layout* por forma a existir um fluxo contínuo entre os postos de trabalho produção-muro de qualidade, concentrando-se, assim, a área de pré-série.

Referências bibliográficas

Referências utilizadas:

- Almeida, A.L.S., (2015). *Metodologia Lean Manufacturing no processo produtivo de capas para assentos de automóvel* (Master's thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10773/15287>
- Almeida, J.P.T., (2015). *Aplicação de metodologias e ferramentas Lean no processo produtivo da Heliflex, Tubos e Mangueiras, S.A.* (Master's thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10773/15294>
- Bell, S.C. & Orzen, M.A. (2011). *Lean It, Enabling and Sustaining your lean Transformation*. New York: Taylor & Francis Group.
- Birkie, S.E. & Trucco, P. (2016), "Understanding dynamism and complexity factors in engineer-to-order and their influence on lean implementation strategy", *Production Planning & Control*, 27(5), 343-359.
- Brandão, J.P.T.F. (2013). *Melhoria do processo produtivo na Simoldes Aços, S.A.* (Master's thesis, Instituto Superior de Engenharia do Porto). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.22/5978>
- Cristiane Drebes Pedron. *O método de investigação, estudo de caso*. Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão, 2008.42, color, Acompanha texto.
- Costa, R. M. S. (2009). *Otimização de Processos Produtivos* (Master's thesis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10216/58239>
- Dauch, A.K., Azevedo, J.E.A., Jabbour, A.B.L.S. (2016). "Avaliação da implantação da metodologia 5S em uma empresa manufatureira: análise de etapas, benefícios e barreiras". *Exacta*, 14(2), 285-302
- Daychoum, M. (2016). *40+16 ferramentas e técnicas de gerenciamento*. Rio de Janeiro: Brasport.
- Dionísio, N. M.S (2013). *A importância da implementação da gestão e metodologia Lean num operador logístico* (Master's thesis, Instituto Politécnico de Setúbal). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.26/5117>
- Gomes, M.E.C. (2012). *Melhoria do Processo Produtivo* (Master's thesis, Instituto Superior de Engenharia do Porto). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.22/4494>

- Guedes, S.M.F. (2008). *Lean Management Na EFACEC*. (Master's thesis Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10216/59478>
- Inplás- Indústria de Plásticos, SA. Documentos Internos da Empresa. (Documentos confidenciais e sem possibilidade de referenciação nos termos bibliográficos).
- Institute, P. M. (2004). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. Newtown Square: Project Management Institute.
- Liker, J.K., Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook- A practical guide for Implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill.
- Lourenço, A., & Sopas, L. (2003). A internacionalização do Grupo Simoldes: Um estudo de caso de um fornecedor de componentes para a indústria automóvel. Working Paper. ISSN 0873-6898. N.º 03-001 (2003), 60 p.
- Macedo, J.A.S. (2012). *Melhorias no setor das bancadas Simoldes Aços*. (Master's thesis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10216/63477>
- Mariz, R.N., Picchi, F.A., Granja, A.D. & De Melo, R.S.S.A. (2012, Julho). *A review of the standardized work application in construction*. Paper posted at the 20th Conference of the International Group for Lean Construction, San Diego, USA.
- Martins, D.A.G. (2014). *Melhoria do Processo Produtivo na Indústria de Componentes para Automóvel* (Master's thesis, Universidade de Aveiro). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10773/14974>
- Patel, N., Chauhan, N. (2015). Benefits of Value Stream Mapping as A Lean Tool Implementation Manufacturing Industries: A Review. *International Journal for Innovative Research in Science & Technology*. 1(8), 53-57.
- Rother, M., Shook, J., (1998). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate MUDA*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Sheth, P.P., Deshpande, V.A., Kardani, H.R., (2014). Value Stream Mapping: a case study of automotive. *International Journal of Research in Engineering and Technology* , 3(1), 320-314.
- Silva, G. G., Miranda, R. D. (2015). Uma proposta de integração da teoria das restrições com ferramentas do Lean manufacturing para gestão de processos. *Revista Gestão Industrial*, 11(1), 256-271.
- Simoldes Plásticos, (2010). "Manual metodologia VSM - Documento Interno." Simoldes Plásticos.

Spagnol, G.S. (2016). *Desconstruindo 5S: Como a gestão visual ativa nosso cérebro?* (Master's thesis, Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas). Retrieved from <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/321380>

Teixeira, J.M., Schoenardie, R.P., Garcia, L.J., Merino, E.A.D., Paladini, E.P. (2012, Outubro). *Gestão visual: uma proposta de modelo para facilitar o processo de desenvolvimento de produto*. Paper presented at the II Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão para a inovação, Florianópolis, Brasil.

Walter, O. M. F. C., Zvirtes, L. (2008). *Implantação da Produção Enxuta em uma Empresa de Compressores de Ar*. Paper presented at the XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, Brasil.

Sites consultados:

Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel, http://www.afia.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=4463&Itemid=61&lang=pt_PT, consultado a 26/01/2017 às 12:03

Lean Institute Brasil, [http://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-\(vsm\)---estado-atual-e-futuro.aspx](http://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-(vsm)---estado-atual-e-futuro.aspx), consultado a 2/02/2017 às 20:00

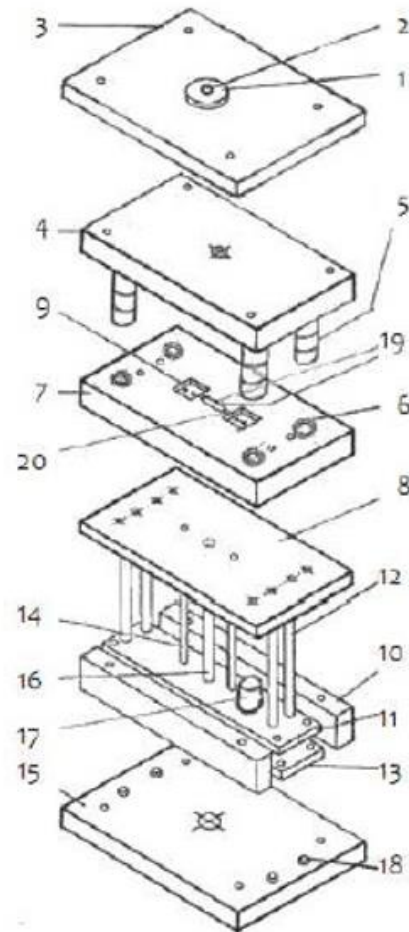
SCRIBD, <https://pt.scribd.com/document/50271948/Metodologia-investigacao-accao>, consultado a 23/05/2017 às 18:50

Coordenação do Ensino Português na Alemanha, <https://cepealemanha.files.wordpress.com/2010/12/ia-descric3a7c3a3o-processual-catarina-castro.pdf>, consultado a 23/05/2017 às 19:15

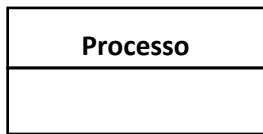
Anexos

Anexo A- Constituição de um molde de duas placas

- 1 – Anel de centragem;
- 2 – Bico de injeção;
- 3 – Placa base superior;
- 4 – Cavidade;
- 5 – Guias da cavidade;
- 6 – Casquilho do macho;
- 7 – Macho;
- 8 – Placa suporte do macho;
- 9 – Caixa ou postiço (quando existir);
- 10 – Calços;
- 11 – Placa de extração;
- 12 – Guias de extração;
- 13 – Placa suporte extração;
- 14 – Extractor;
- 15 – Placa de encosto;
- 16 – Veio do KO;
- 17 – Apoios;
- 18 – Interlocks;
- 19 – Canal de injeção;
- 20 – Caixa ou postiço (quando existir).



Anexo B- Ícones do Mapeamento de Fluxo de Valor



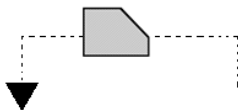
Operações de processo



Controlo de produção



Fluxo eletrónico de informação: informação enviada como sinal eletrónico



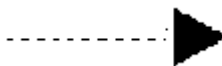
Kanban de movimentação: cartão que indica ao movimentador de material para obter e transferir peças



Linha do tempo



Stock: Stock entre dois processos

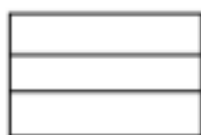
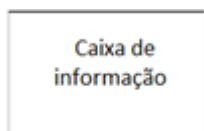


Fluxo de material (empurrado): fluxo de materiais entre processos segundo um sistema push



Fluxo de material (puxado): fluxo de materiais entre processos segundo um sistema pull

Transporte de material com recurso a porta-paletes



Transporte de material com recurso a empilhador

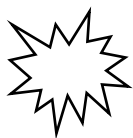
Transporte externo: transporte feito por camião

Fontes Externas: indica fornecedores e clientes

Caixa de informação

Caixa de dados

Transporte de material realizado com comboio logístico



CIP-Flash: visualização de desperdícios e identificação de oportunidades de melhoria



Transporte de material com recurso a um carro plataforma

Anexo C- Checklist 5S da área auditada de pré-série

Checklist 5S - Área Directa



Auditores:

Área Auditada:

Data:

Legenda:

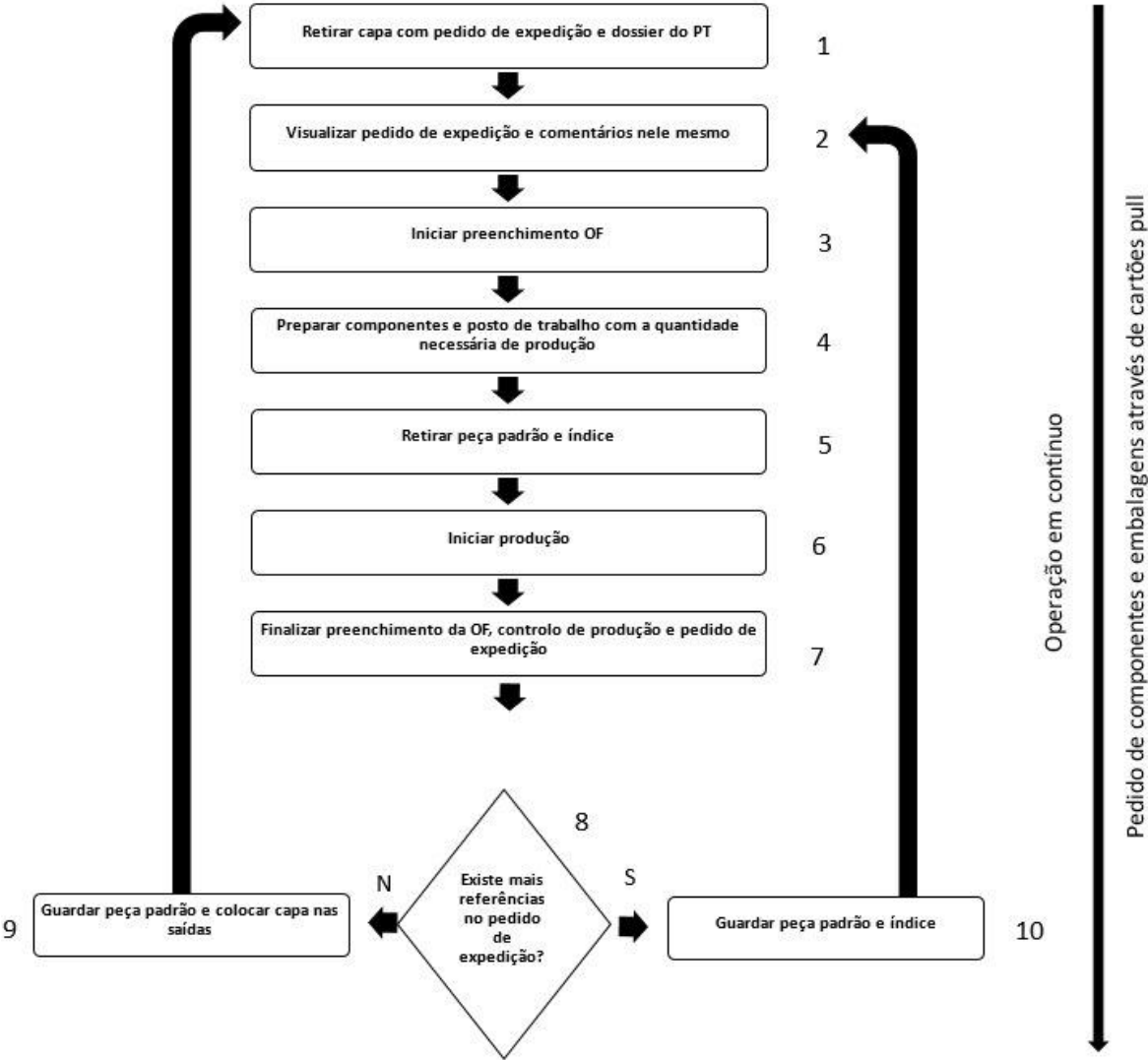
- 0 Não cumpre o critério
- 5 O critério é parcialmente cumprido
- 10 O critério é cumprido na totalidade

- Concluído
- Em análise
- Por concluir

Auditoria 5S		Pontuação						Plano de acções				
		0	5	10	N/A	Total	Observações	Obrigatório para pontuação inferior a 10				
5S	Nº	Critério de avaliação		Exemplos				Acção correctiva		Quem	Quando	Status
Eliminar	1.1	Não existem materiais desnecessários nos postos de trabalho ou na sua área circundante		Sacos; caixas; paletes; componentes; desperdício; peças soltas; etiquetas; etc		0						
	1.2	Não existem materiais sem identificações e fora do seu local		Sacos; caixas; paletes; componentes; desperdício; peças soltas; etiquetas; etc		0						
	1.3	Não existem equipamentos desnecessários nos postos de trabalho ou na sua área circundante		Periféricos; Ferramentas; peças; etc...		0						
	1.4	Não existe informação desnecessária, ou desactualizada; ou em mau estado no posto de trabalho		Etiquetas, instruções de trabalho, ordens de fabrico;		0						
Ordenar	2.1	As áreas de trabalho estão identificadas e de acordo com o layout do posto de trabalho		Zonas de armazenamento; suportes de apoio; locais para paletes; Localizações fixas ...		0						
	2.2	Existem marcas/sinais distintos dentro das áreas de trabalho e estas estão de acordo com o especificado		Marcas no chão; zonas de trabalho, corredor, suportes de apoio, mesas, paletes, caixas, ...		0						
	2.3	Os armários e estantes estão ordenados e identificado o conteúdo do seu interior. Arquivo / dossiers estão ordenados e actualizados		traços diagonais, legendado, placards informativos, etc		0						
	2.4	Não há lugares inacessíveis para efectuar a limpeza. Cada item necessário tem um lugar definido		ferramentas, equipamento, cabos e mangueiras ordenados para garantir a segurança e a imagem, ...		0						
	2.5	Existem identificações para etiquetas; gama de fabrico; gama de embalagem; gama de controlo; seguimento de produção; etc...		Prateleiras, gavetas, ...		0						
Limpar	3.1	Os equipamentos no local de trabalho encontram-se limpos, em bom estado de conservação e isentos de sujidade		Óleos, pó, lixo, papel, água, manchas, sujidade várias...		0						
	3.2	A área de trabalho está limpa, não há lixo no interior dos equipamentos, nem ao redor.		Chão, paredes, portas, secretárias, estantes (interior, exterior e por cima), caixotes		0						
	3.3	Os utensílios de trabalho estão limpos (a avaliação inclui utensílios de utilização esporádica e que por isso estão em armários ou gavetas)		Gaberis, ferramentas, recipientes de massa, ...		0						
	3.4	Existem rotinas/planos ou checklists de limpeza. Estão elaborados os planos para a sua aplicação e estão identificados os responsáveis por cada acção		Estas checklists incluem os trabalhos necessários incluindo o seu horário de realização, meios necessários, tempo necessário estimado e padrões de limpeza definidos		0						
	3.5	Os materiais de limpeza disponíveis no Posto de trabalho são os adequados		Vassouras, detergentes, solventes, equipamento especial, ...		0						

Normalizar	4,1	Os objectos estão armazenados nos locais atribuídos	Chão da fábrica, prateleiras, áreas de trabalho, armários, gavetas...					0					
	4,2	Foram publicados e afixados padrões homogêneos actualizados e estão a ser utilizados correctamente	Zonas de armazenamento rodeadas por uma linha amarela, checklists de limpeza standards, quadros de informação standards, as cores utilizadas são standard, identificações standards, identificação das peças, separação de resíduos					0					
	4,3	Existem planos de limpeza? Estão visíveis e aplicados correctamente. As acções 5S aplicadas no Posto de trabalho permitem detectar e visualizar os problemas de segurança, qualidade e produtividade	Equipamentos, Layouts; ar					0					
	4,4	Existem configurações standard para relatórios da produção e estão a ser utilizados. Estão publicadas em quadro as informações mais importantes para garantir a gestão visual	Produtividade, qualidade, ...					0					
Rigor	5,1	Todos os colaboradores demonstram uma atitude 5S	Rota do milk run; rota da recolha de resíduos; produção peça a peça, plano de manutenção, limpeza,...					0					
	5,2	Existe informação assinalando as possíveis fontes de perigo do local de trabalho e respectivas formas de prevenção. O equipamento de protecção é utilizado e/ou os meios de segurança são respeitados?	Folheto informativo com a sinalética de perigo e sua legendagem, bem como da prevenção necessária					0					
	5,3	Utiliza-se o sistema de registo de produção e defeitos rigorosamente em todos os postos de trabalho. Os planos de limpeza e regras 5S publicados, são respeitados tal como foram escritos	Registo de produção no quadro de seguimento de produção; defeitos, sucata, planos 5S...					0					
	5,4	Cada coisa está guardada no seu devido lugar, de acordo com a respectiva identificação. As zonas de Armazenagem, corredores são respeitadas	Vassoura, pá, não existirem paletes, contentores ou outros objectos a obstruírem as zonas de passagem					0					
	5,5	Houve uma evolução ou correcção dos pontos anotados, desde a última auditoria						0					
								0					
								0,0%					

Anexo D- Trabalho padronizado



Etapa	Acções
1	O operador retira da prateleira identificada por “OF’s de entrada” a capa com respetiva produção (prioritária e contém: pedido de expedição com as referências a produzir, respetivas OF’s, documentação e rótulos) e o dossier do PT, no local definido.
2	O operador, no posto de trabalho, visualiza o pedido de expedição, verifica qual referência a produzir e o índice associado.
3	O operador inicia o preenchimento dos campos de início de produção da OF.
4	Após preenchimento da OF, visualizar os códigos dos componentes e prepara o PT com os mesmos. Organizar o PT.
5	O operador dirige-se ao local pré-definido e retira peça padrão da estante e a folha com índices no <i>dossier</i> dedicado exclusivamente a índices.
6	Com o dossier aberto na referência a produzir e no local pré-definido e a peça padrão no PT, o operador inicia a produção.
7	Após o término da produção, o operador finaliza o preenchimento da OF, preenche a folha de controlo de produção e o pedido de expedição (nome do operador, índice, quantidade de embalagens e peso bruto)
8	Finalizado o preenchimento da documentação anteriormente referido, o operador depara-se com duas situações: 1) Se existir mais referências a produzir no pedido de expedição → Etapa 10 2) Caso contrário → Etapa 9
9	O operador recolhe a peça padrão, o dossier do PT, a capa de produção e o índice, desloca-se ao local pré-definido e guarda tudo no respetivo lugar. Voltar etapa 1
10	O operador recolhe a peça padrão e o índice e desloca-se ao local pré-definido e guarda nos respetivos lugares. Voltar etapa 2 .